

JTS

中华人民共和国行业标准

JTS 239—2015

水运工程混凝土结构实体检测 技术规程

Technical Specification for Solid Inspection of Concrete Structure
in Port and Waterway Engineering

2015-02-02 发布

2015-05-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

水运工程混凝土结构实体检测 技术规程

JTS 239—2015

主编单位：中交天津港湾工程研究院有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：2015年5月1日

人民交通出版社股份有限公司

2015·北京

中华人民共和国行业标准

书 名: 水运工程混凝土结构实体检测技术规程

著 作 者: 中交天津港湾工程研究院有限公司

责任编辑: 董 方

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.chinasybook.com>

销售电话: (010)64981400, 59757915

总 经 销: 北京交实文化发展有限公司

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 880 × 1230 1/16

印 张: 6.5

字 数: 145 千

版 次: 2015 年 4 月 第 1 版

印 次: 2015 年 4 月 第 1 次印刷

统一书号: 15114 · 2110

定 价: 60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

交通运输部关于发布《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(JTS 239—2015)的公告

2015 年第 8 号

现发布《水运工程混凝土结构实体检测技术规程》(以下简称《规程》)。本《规程》为强制性行业标准,编号为 JTS 239—2015,自 2015 年 5 月 1 日起施行。《港口工程混凝土非破损检测技术规程》(JTJ/T 272—99)同时废止。

本《规程》第 3.2.9 条中的黑体字部分为强制性条文,必须严格执行。

本《规程》由交通运输部组织中交天津港湾工程研究院有限公司等单位编制完成,由交通运输部水运局负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2015 年 2 月 2 日

制订说明

本规程是根据交通运输部“关于签订 2007 年度水运工程建设标准新列项目合同的通知(水运技术便字[2007]276 号)”的要求,基于目前水运工程混凝土结构实体检测需要,在《港口工程混凝土非破损检测技术规程》(JTJ/T 272—99)基础上,借鉴国内外相关行业有关标准并吸纳先进的检测技术成果,经广泛征求有关单位和专家意见,编制而成。

本规程共 8 章、14 个附录,并附条文说明,主要包括混凝土的缺陷、强度、耐久性、钢筋和面层厚度的检测技术等内容。

本规程第 3.2.9 条为强制性条文,必须严格执行。

本规程主编单位为中交天津港湾工程研究院有限公司,参编单位为中交第一航务工程局有限公司、中交武汉港湾工程设计研究院有限公司、中交上海港湾工程设计研究院有限公司、中交四航工程研究院有限公司、天津港建设工程质量安全监督站、南京水利科学研究院和天津大学。本规程编写人员分工如下:

- 1 总则:李俊毅 刘亚平
 - 2 术语:李晓明
 - 3 基本规定:李俊毅 刘亚平 张国志 熊建波 李志国
 - 4 混凝土缺陷的检测:李晓明 翁友法 熊建波 张国志 李俊毅 陈浩宇
栗凤进
 - 5 混凝土强度检测:李俊毅 翁友法 李晓明 张国志 陈浩宇 李志国
 - 6 混凝土耐久性检测:李俊毅 熊建波 陈浩宇 李晓明 李志国 张国志
翁友法 栗凤进
 - 7 混凝土中钢筋检测:李晓明 范卫国 熊建波 李俊毅
 - 8 面层厚度检测:李俊毅 李晓明
- 附录 A:李晓明
附录 B:李晓明 栗凤进
附录 C:李晓明 李俊毅
附录 D:李晓明 翁友法
附录 E:翁友法 李晓明
附录 F:李晓明 李志国
附录 G:李晓明 李俊毅
附录 H:熊建波 李晓明
附录 J:熊建波 李晓明
附录 K:熊建波 李晓明

附录 L: 李晓明

附录 M: 李晓明

附录 N: 李晓明

附录 P: 李俊毅

本规程于 2013 年 12 月 24 日通过部审, 2015 年 2 月 2 日发布, 自 2015 年 5 月 1 日起实施。

本规程由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见, 请及时函告交通运输部水运局(地址: 北京市建国门内大街 11 号, 交通运输部水运局技术管理处, 邮政编码: 100736, 电子邮箱: sys616@ mot. gov. cn) 和本规程管理组(地址: 天津市大沽南路 1002 号, 中交天津港湾工程研究院有限公司, 邮政编码: 300222), 以便修订时参考。

目次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	基本规定	(3)
3.1	一般规定	(3)
3.2	检测工作程序和内容	(4)
3.3	抽样原则	(5)
3.4	检测数据整理	(6)
3.5	检测报告	(7)
4	混凝土缺陷的检测	(8)
4.1	一般规定	(8)
4.2	均匀性检测	(9)
4.3	空洞、不密实区检测	(11)
4.4	裂缝检测	(12)
4.5	表面损伤层厚度检测	(15)
4.6	结合面质量检测	(17)
4.7	灌注桩混凝土缺陷检测	(18)
4.8	钢管混凝土缺陷检测	(21)
4.9	地连墙混凝土缺陷检测	(22)
5	混凝土强度检测	(23)
5.1	一般规定	(23)
5.2	回弹法检测	(23)
5.3	超声一回弹综合法检测	(26)
5.4	钻芯法检测	(27)
5.5	混凝土强度推定	(30)
6	混凝土耐久性检测	(32)
6.1	一般规定	(32)
6.2	抗水渗透性能检测	(32)
6.3	抗氯离子渗透性能检测	(32)
6.4	抗冻性能检测	(34)

6.5	表面硅烷浸渍质量检测	(36)
6.6	混凝土表面涂层质量检测	(36)
7	混凝土中钢筋检测	(38)
7.1	保护层厚度检测	(38)
7.2	钢筋锈蚀检测	(40)
8	面层厚度检测	(42)
附录 A	超声波检测仪的率定和维护	(44)
A.1	一般规定	(44)
A.2	率定	(44)
A.3	声时值初读数的测定	(45)
A.4	维护	(46)
附录 B	λ_1 、 λ_2 、 λ_3 值	(47)
附录 C	专用或区域测强曲线的制定方法	(49)
C.1	一般规定	(49)
C.2	回弹测强曲线的建立	(49)
C.3	超声一回弹测强曲线的建立	(50)
C.4	相关关系式的误差分析和误差允许值	(50)
附录 D	回弹仪的率定和维护	(52)
D.1	一般规定	(52)
D.2	率定	(52)
D.3	维护	(52)
附录 E	回弹值修正值	(53)
附录 F	钻芯机的操作和维护	(55)
F.1	操作	(55)
F.2	维护	(55)
附录 G	芯样混凝土抗压强度异常数据判别和处理	(57)
G.1	一般规定	(57)
G.2	异常值检验	(57)
G.3	异常值处理	(57)
附录 H	抗氯离子渗透性能试验	(58)
H.1	电通量法	(58)
H.2	混凝土抗氯离子渗透性能扩散系数电迁移试验方法	(60)
附录 J	硅烷浸渍质量试验	(66)
J.1	吸水率试验	(66)
J.2	硅烷浸渍深度试验	(67)

J.3 氯化物吸收量的降低效果试验	(68)
附录 K 涂层粘结力试验	(70)
附录 L 保护层测定仪的率定和维护	(71)
L.1 一般规定	(71)
L.2 率定试件的制作	(71)
L.3 率定	(72)
L.4 维护	(72)
附录 M t_{α}/\sqrt{n} 值	(73)
附录 N 检测记录格式	(74)
附录 P 本规程用词说明	(78)
引用标准名录	(79)
附加说明 本规程主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员和 管理组人员名单	(80)
附 条文说明	(83)

1 总 则

1.0.1 为统一水运工程混凝土结构实体检测技术要求,做到技术先进、经济合理、安全适用,提高检测质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水运工程混凝土结构的实体检测。

1.0.3 水运工程混凝土结构实体检测除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 实体检测 Solid Inspection

对混凝土结构或构件实施的原位或取样的检验、测量、测试、检查和判定。

2.0.2 随机抽样 Random Sampling Inspection

使检测批中每个个体具有相同被抽检概率的抽样方法。

2.0.3 约定抽样 Agreed Sampling Inspection

由于条件限制或出于特定的检测目的,由委托方确定或与检测方协商确定被检测构件抽取样本的方法。

2.0.4 检测批 Inspection Lot

检测项目相同、质量要求和生产工艺等基本相同,由一定数量构件或区域等构成的检测对象。

2.0.5 样本 Sample

按一定程序从检测批中抽取的一个或多个个体。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 水运工程混凝土结构的实体检测可分为水运工程混凝土结构的实体验证性检测、工程质量实体检测和结构现状性能实体检测。

3.1.2 水运工程混凝土结构的实体验证性检测应按现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257)的有关规定执行。

3.1.3 当遇到下列情况之一时,应进行水运工程混凝土结构工程质量的实体检测:

- (1) 涉及结构安全的试块、试件以及有关材料检验数量不足;
- (2) 施工质量的抽样检测结果达不到设计要求;
- (3) 对施工质量有怀疑或争议;
- (4) 发生工程事故,需要通过检测分析事故的原因及对结构可靠性的影响。

3.1.4 混凝土工程建造过程中的施工质量的监控,可进行水运工程混凝土结构工程质量的实体检测。

3.1.5 当遇到下列情况之一时,应进行水运工程混凝土结构现状性能的实体检测:

- (1) 第 3.1.3 条所规定的情况;
- (2) 开展混凝土结构评估;
- (3) 混凝土结构维修或改变使用条件前的可靠性鉴定;
- (4) 对混凝土结构的现有工程质量有怀疑或争议,或混凝土结构达到设计使用年限要继续使用的鉴定;
- (5) 因环境侵蚀、爆炸、撞击、灾害以及人为因素等造成影响的鉴定;
- (6) 相关标准规定的混凝土结构运行期间的评定。

3.1.6 水运工程混凝土结构实体检测的数据和结论应真实、可靠、有效。

3.1.7 水运工程混凝土结构的实体检测应根据检测目的和内容,结合现场实际情况,制定方法适宜、项目合理的检测方案。

3.1.8 水运工程混凝土结构实体检测单位和人员应符合下列条件:

- (1) 检测单位具有独立法人资格,取得相应的资质等级证书;
- (2) 检测单位具有健全的技术管理和质量保证体系;
- (3) 检测所用的仪器和设备具有产品合格证、计量检定机构的有效检定(校准)证书或自校证书;
- (4) 检测技术人员具有相应的专业技术能力水平;
- (5) 检测工作由两名或两名以上检测人员承担,且至少一名具有工程师资格的检测

人员担任主检。

3.2 检测工作程序和内容

3.2.1 检测工作宜按图 3.2.1 的程序进行。

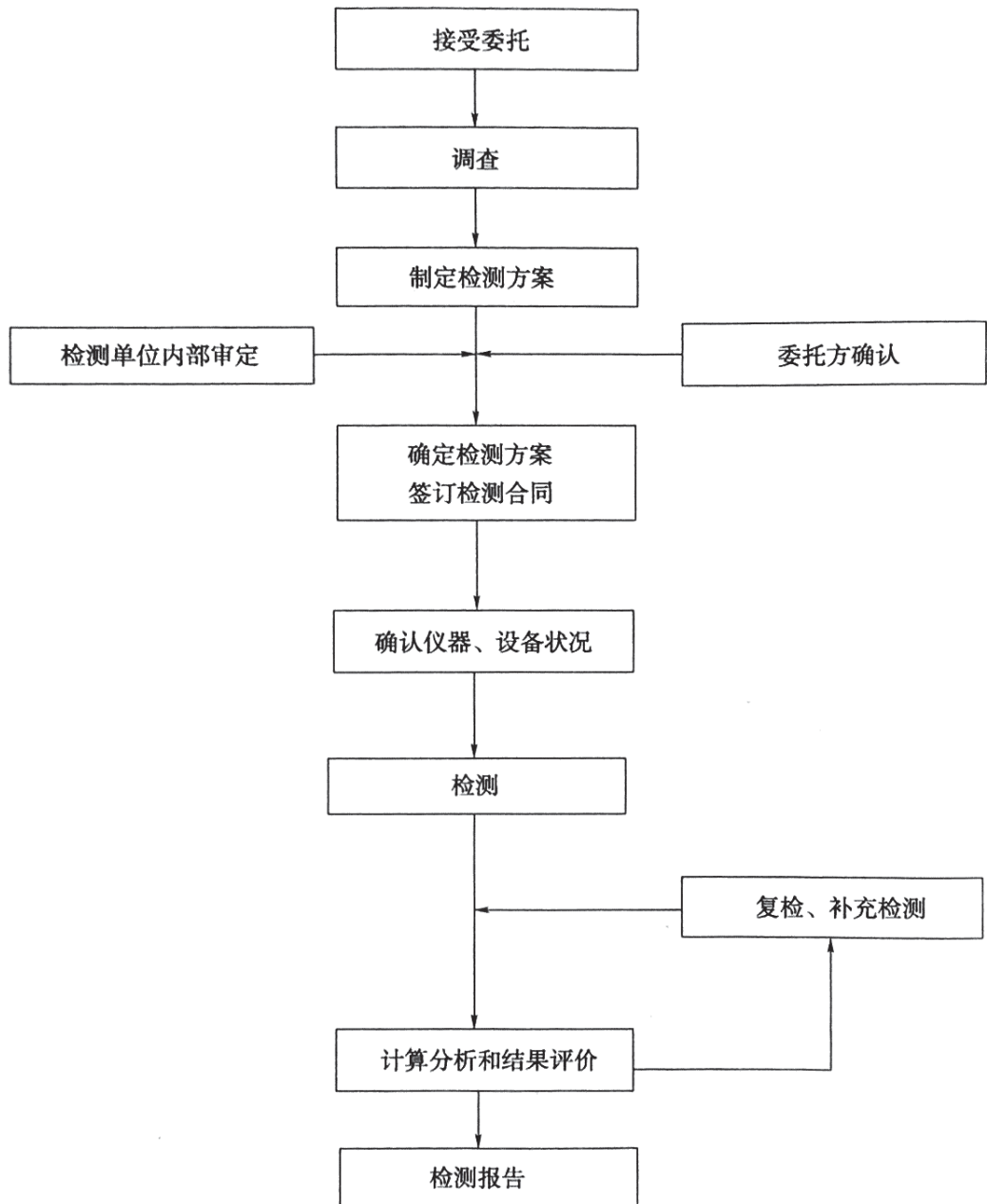


图 3.2.1 检测工作程序

3.2.2 现场和有关资料的调查,应包括下列工作内容:

- (1) 明确委托方的检测目的和具体要求,并了解以往检测情况;
- (2) 收集被检测水运工程混凝土结构的设计图纸、设计变更、施工记录和施工验收等资料;
- (3) 调查被检测水运工程混凝土结构所处环境条件、现状缺陷、使用期间的维修和加固情况、用途和荷载变更情况;

(4) 向工程相关人员进行调查。

3.2.3 检测方案应包括下列主要内容：

(1) 工程概况, 主要包括工程规模、结构类型、设计单位、施工单位、监理单位、建造年代和工程相关重大事件等；

(2) 检测目的或委托方的检测要求；

(3) 检测依据, 主要包括检测所依据的标准及有关的技术资料等；

(4) 检测项目、选用的检测方法和检测的数量；

(5) 检测人员和仪器设备情况；

(6) 检测工作计划进度和检测报告计划提交时间；

(7) 所需要的配合工作；

(8) 检测中的安全措施；

(9) 检测中的环保措施。

3.2.4 检测时应确保所使用的仪器设备在检定或校准周期内, 并处于正常状态。仪器设备的精度应满足检测项目的要求。

3.2.5 检测的原始记录, 应记录在专用记录纸上, 数据准确、字迹清晰、信息完整, 不得追记、涂改, 如有笔误应进行杠改。当采用自动记录时, 应符合有关要求。原始记录必须由检测人员签字。

3.2.6 现场检测宜选用对混凝土结构无损伤的检测方法。当选用局部破损的取样检测方法或原位检测方法时, 宜选择结构构件受力较小部位, 且不得损害结构安全性。

3.2.7 现场检测的测区和测点应有明晰标注和编号, 标注和编号至少应保留至检测工作完成。

3.2.8 现场取样的试件或试样应予以标识并妥善保存。

3.2.9 现场检测工作结束后, 应及时修补因检测造成的混凝土结构损伤。

3.2.10 当发现检测数据不足时, 应进行补充检测。

3.2.11 检测数据计算分析工作完成后, 应按时提交检测报告。

3.3 抽样原则

3.3.1 验证性检测的项目应进行随机抽样, 且样本容量应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 主要混凝土结构的抽检样本数量

检测项目	检测对象	样本容量
混凝土强度	桩、梁、板	1% ~ 2% 且不少于 5 件
	沉箱、扶壁、圆筒	5% ~ 10% 且不少于 5 件
	闸墙、坞墙、挡墙	5% ~ 10% 且不少于 5 段
保护层厚度	桩、梁、板	1% ~ 2% 且不少于 3 件
	沉箱、扶壁、圆筒	10% 且不少于 3 件
	闸墙、坞墙、挡墙	5% 且不少于 3 段

续表 3.3.1

检测项目	检测对象	样本容量
抗氯离子渗透性能	处于浪溅区和水位变动区的梁、板、沉箱、扶壁和挡浪墙	不大于 20000m ³ 的同类实体抽检一次,每次抽检钻取芯样试件数量不少于 3 个
抗冻性能		同一配合比且同一年度施工实体抽检一次,每次抽检钻取芯样试件数量不少于 9 个
面层厚度	道路	长度不大于 1000m 抽检一个测点,且不少于 3 个测点
	堆场	面积不大于 5000m ² 抽检一个测点,且不少于 3 个测点

3.3.2 按检测批检测的项目,在检测方法未明确规定抽样方法及样本容量情况下,应进行随机抽样,其最小样本容量不宜小于表 3.3.2 的规定,并同时符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.2 抽样检测的最小样本容量

检测批的容量	样本最小容量			检测批的容量	样本最小容量		
	A	B	C		A	B	C
≤15	3	3	5	501 ~ 1200	32	80	125
16 ~ 25	3	5	8	1201 ~ 3200	50	125	200
26 ~ 50	5	8	13	3201 ~ 10000	80	200	315
51 ~ 90	5	13	20	10001 ~ 35000	125	315	500
91 ~ 150	8	20	32	35001 ~ 150000	200	500	800
151 ~ 280	13	32	50	150001 ~ 500000	315	800	1250
281 ~ 500	20	50	80	> 500000	500	1250	2000

注:检测类别 A 适用于除第 3.3.1 条规定检测项目外的水运工程混凝土结构实体验证性检测的项目;检测类别 B 适用于监控水运工程混凝土工程施工质量检测的项目;检测类别 C 适用于水运工程混凝土结构工程质量的实体检测及水运工程混凝土结构现状性能的实体检测。

3.3.3 当为下列情况时,检测对象可以是单个样本或部分样本,但检测结论不得扩大到未检测的构件或范围:

- (1) 委托方指定检测对象或范围;
- (2) 因环境侵蚀、爆炸、撞击、灾害以及人为因素等造成部分构件损伤时;
- (3) 混凝土结构为单个构件;
- (4) 当检测批的检测结果不能给出评定结论时,可提供单个构件的检测结果。

3.4 检测数据整理

3.4.1 数据的修约应符合现行国家标准《数值修约规则与极限数值的表示和判定》(GB 8170)的有关规定。

3.4.2 异常数据的舍弃应符合现行国家标准《正态样本异常值的判断和处理》(GB 4883)的有关规定。

3.5 检测报告

3.5.1 水运工程混凝土结构实体检测报告应给出所检测项目的检测结果。水运工程混凝土结构实体验证性检测和混凝土结构工程质量实体检测的报告应做出所检测项目的结果是否符合设计文件要求或相应检验标准的规定。

3.5.2 检测报告应结论明确、用词规范、文字简练,对于容易混淆的术语和概念可予以书面解释。

3.5.3 检测报告至少应包括下列内容:

- (1) 委托单位名称;
- (2) 工程概况,包括工程名称、规模、结构类型、施工日期及现状等;
- (3) 设计单位、施工单位及监理单位名称;
- (4) 检测原因、检测目的,以往检测情况概述;
- (5) 检测项目、检测方法及依据的标准;
- (6) 主要仪器设备及状态;
- (7) 抽样方案及数量;
- (8) 检测日期及报告完成日期;
- (9) 检测数据、分析、检测结果及检测结论;
- (10) 主检、审核和批准人员的签名,盖与检测单位名称相符的检测章、专用检测标识章和检测计量章等。

4 混凝土缺陷的检测

4.1 一般规定

- 4.1.1** 混凝土缺陷的检测宜包括均匀性、空洞或不密实区的位置和范围、裂缝、表面损伤层厚度、不同时间浇筑的混凝土结合面质量等内容检测。
- 4.1.2** 检测宜采用超声波法,必要时应钻取芯样或剔凿进行验证。
- 4.1.3** 判定缺陷应根据超声波在混凝土中的传播速度、首波幅度和接收信号波形等参数通过分析综合推断。
- 4.1.4** 每次检测前,超声波检测仪应按附录 A 的规定进行率定并测定声时值初读数。
- 4.1.5** 超声波检测仪宜在温度为(0~40)℃、电源电压在(220±22)V 的环境条件下使用。
- 4.1.6** 超声波检测仪应根据检测项目配备平面换能器或径向换能器。
- 4.1.7** 换能器应符合下列规定。
- 4.1.7.1** 平面换能器的频率宜采用(20~250)kHz。径向换能器的频率宜采用(20~60)kHz,直径不宜大于 32mm。
- 4.1.7.2** 换能器的实测主频与标称频率相差不应大于 ±10%。
- 4.1.7.3** 用于水中的换能器,其水密性应满足在 1MPa 水压下不渗漏。
- 4.1.8** 平面换能器应通过耦合剂与混凝土测试表面保持紧密结合,耦合层不得夹杂泥砂或空气。
- 4.1.9** 采用平面换能器检测时,混凝土结构被测表面应清洁、平整、无缝和无饰面层。
- 4.1.10** 测点布置应避开与超声波传播方向一致的主筋。若无法避免,应使两个换能器之间声波传播路径与该钢筋的最短距离不小于超声测距的 1/6。
- 4.1.11** 超声波检测时,测距测量应符合下列规定。
- 4.1.11.1** 当采用平面换能器对测时,宜用钢卷尺测量发射和接收换能器辐射面之间的距离。
- 4.1.11.2** 当采用平面换能器平测时,宜用钢卷尺测量发射和接收换能器内边缘之间的距离。
- 4.1.11.3** 当采用径向换能器在钻孔或预埋管中检测时,宜用钢卷尺测量放置发射和接收换能器的钻孔孔壁或预埋管外壁之间的最短距离。
- 4.1.11.4** 当采用平面上的平面换能器和与平面相垂直钻孔中的径向换能器结合检测时,宜用钢卷尺测量平面换能器与放置径向换能器的钻孔孔壁之间的最短距离,同时记录径向换能器刻度线的尺寸,计算平面换能器与径向换能器之间的最短距离。

4.1.11.5 测距应精确至 1mm,测量误差应不大于 $\pm 1\%$ 。

4.1.12 超声波检测时,测距不宜超过 5m。

4.2 均匀性检测

4.2.1 混凝土结构或构件宜采用对测法或斜测法进行测试,见图 4.2.1。

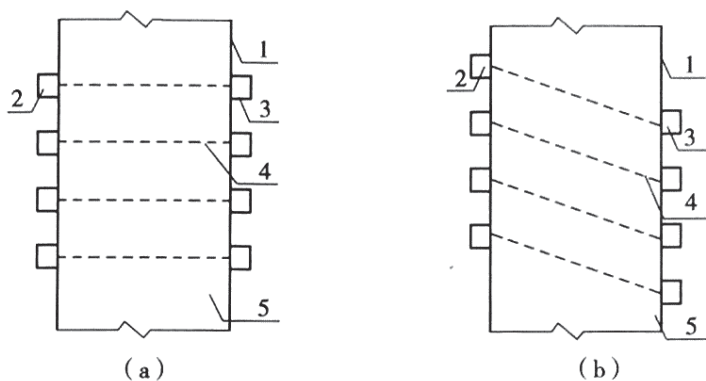


图 4.2.1 测区测点布置示意图

(a) 对测法; (b) 斜测法

1-混凝土表面; 2-发射换能器; 3-接收换能器; 4-测距线; 5-混凝土

4.2.2 检测时,应在每个样本上布置不少于 3 个测区,每个测区不少于 10 对测点;相邻测点间距不宜大于 500mm,测区间距不宜大于 2m。

4.2.3 检测应符合下列规定。

4.2.3.1 检测应按下列步骤进行:

- (1) 测量测距;
- (2) 换能器经耦合剂与测点紧密接触;
- (3) 每对测点测得一次声时值,并记录。

4.2.3.2 在每一测区的测试过程中,超声波检测仪的参数不得随意调整。

4.2.3.3 在测试过程中,当出现下列情况之一时,应再重复测量 2 次:

- (1) 相邻两对测点声时值的相对误差大于 15% ;
- (2) 首波振幅值小于 30dB ;
- (3) 接收信号的波形不规则。

4.2.3.4 当重复测量声时值与第一次测量值的相对误差不大于 15% 时,将三次测量平均值用于计算分析;若重复测量声时值与第一次测量值的相对误差大于 15% 时,将重复两次测量平均值用于计算分析。

4.2.3.5 混凝土声速值可按式(4.2.3)计算:

$$v_d = \frac{l}{t - t_0} \quad (4.2.3)$$

式中 v_d ——对测混凝土声速(km/s),精确至 0.01km/s;

l ——测距(mm),精确至 1mm;

t ——声时值(μs),精确至 0.1 μs ;

t_0 ——声时值初读数(μs),精确至 $0.1\mu\text{s}$ 。

4.2.4 单个样本混凝土声速的平均值、标准差和变异系数应按下列公式计算:

$$v_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad (4.2.4-1)$$

$$s_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_i - v_m)^2} \quad (4.2.4-2)$$

$$\delta_v = \frac{s_v}{v_m} \times 100\% \quad (4.2.4-3)$$

式中 v_m ——单个样本的声速平均值(km/s),精确至 0.01km/s ;

n ——单个样本的测点数量(对);

v_i ——单个样本的第 i 对测点的声速($i=1,2,3,\dots,n$)(km/s),精确至 0.01km/s ;

s_v ——单个样本的声速标准偏差(km/s),精确至 0.01km/s ;

δ_v ——单个样本的声速变异系数(%),精确至 0.1% 。

4.2.5 混凝土均匀性判定应符合下列规定。

4.2.5.1 当单个样本的混凝土声速平均值和变异系数值同时满足式(4.2.5-1)和式(4.2.5-2)的要求时,可评定该样本的混凝土均匀性合格,反之则评定为不合格。

$$v_m \geq 3.5\text{km/s} \quad (4.2.5-1)$$

$$\delta_v \leq 5.0\% \quad (4.2.5-2)$$

式中 v_m ——单个样本的声速平均值(km/s),精确至 0.01km/s ;

δ_v ——单个样本的声速变异系数(%),精确至 0.1% 。

4.2.5.2 检测数据的异常判别可按下列步骤进行:

(1)将各测点的声学参数值由大至小按顺序分别排列,即 $v_1 \geq v_2 \geq \dots \geq v_n \geq v_{n+1} \dots$,初步认为排在后面明显小的数据可疑,假定这些可疑数据中最大值为 v_n ,连同其前面的数据按式(4.2.4-1)和式(4.2.4-2)计算出的平均值和标准差,并按式(4.2.5-3)计算测点声速异常判断值:

$$v_0 = v_m - \lambda_1 s_v \quad (4.2.5-3)$$

式中 v_0 ——测点声速异常判断值(km/s),精确至 0.01km/s ;

v_m ——测点声速平均值(km/s),精确至 0.01km/s ;

λ_1 ——修正系数,按附录B选取;

s_v ——标准差(km/s),精确至 0.01km/s 。

(2)当 $v_n \leq v_0$ 时,则 v_n 及排列于其后的各数据均为异常值,并且去掉 v_n ,再用 $v_1 \sim v_{n-1}$ 进行计算和判别,直至判别不出异常值为止;当 $v_n > v_0$ 时,应再将 v_{n+1} 放进去重新进行计算和判别;

(3)根据异常测点的分布情况,按式(4.2.5-4)和式(4.2.5-5)进一步判别其相邻测点是否异常:

$$v_0 = v_m - \lambda_2 s_v \quad (4.2.5-4)$$

$$v_0 = v_m - \lambda_3 s_v \quad (4.2.5-5)$$

(4) 测试完毕后,采用不低于原混凝土强度等级的细石混凝土或砂浆填补测孔,并将表面处理平整。

4.3.5.2 检测前,应在测孔内注满清水。

4.3.5.3 当钻取一个测孔时,可将一个径向换能器和一个平面换能器分别置于测孔中和垂直于测孔的测试面进行测试,见图 4.3.5-1。

4.3.5.4 当钻取两个测孔时,可将两个径向换能器分别置于两测孔中进行测试,或将一个径向换能器和一个平面换能器分别置于测孔中和平行于测孔的侧面进行测试,见图 4.3.5-2。

4.3.6 检测应按第 4.2.3 条的有关规定进行,并按第 4.2.5.2 款的规定进行异常点判别,结合异常点的分布及检测时的超声波波形状况确定混凝土内部存在不密实区或空洞的位置及范围。

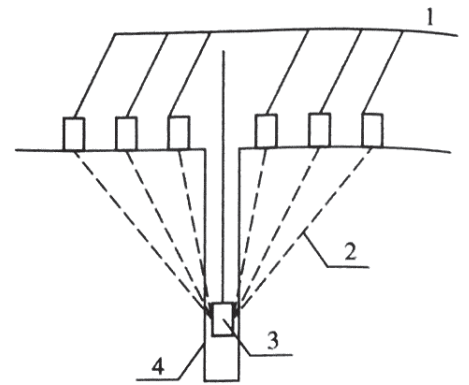


图 4.3.5-1 测试示意图

1-平面换能器;2-声波传播路径;3-径向换能器;4-测孔

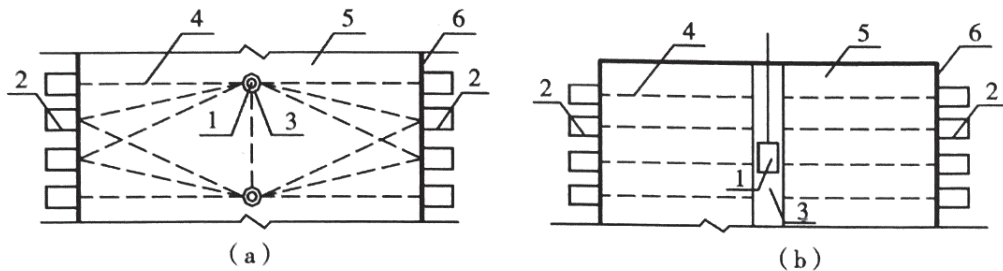


图 4.3.5-2 测试示意图

(a) 平面图;(b) 立面图

1-径向换能器;2-平面换能器;3-测孔;4-声波传播路径;5-混凝土;6-混凝土表面

4.3.7 当判定缺陷是空洞时,可按式(4.3.7)估算混凝土空洞半径:

$$r = \frac{l}{2} \sqrt{\left(\frac{t_{\max}}{t_m}\right)^2 - 1} \quad (4.3.7)$$

式中 r ——空洞半径(mm),精确至 1mm;

l ——测距(mm),精确至 1mm;

t_{\max} ——缺陷处的最大声时值(μs),精确至 0.1 μs ;

t_m ——无缺陷区的平均声时值(μs),精确至 0.1 μs 。

4.3.8 对判定为混凝土不密实的区域或空洞,必要时应钻取芯样验证。

4.4 裂缝检测

4.4.1 检测前调查资料除应符合第 3.2.2 条规定外,尚应收集混凝土裂缝开裂时间及开裂过程等有关资料。

4.4.2 裂缝长度和宽度检测应符合下列规定。

4.4.2.1 应将裂缝按位置编号,并将其位置、走向描绘于简图。

4.4.2.2 宜用钢尺或卷尺测量裂缝的长度。

4.4.2.3 在同一条裂缝上测量裂缝的最大宽度,可采用以下3种测量方法:

- (1) 塞尺测量:将塞尺插入裂缝缝隙内,读取塞尺上所标量值;
- (2) 目测放大镜测量:将目测放大镜跨裂缝置放,读取裂缝宽度值;
- (3) 裂缝宽度测量仪测量:将显微摄像测量探头跨裂缝置放,读取裂缝宽度值。

4.4.3 在进行裂缝深度检测时,每条裂缝在代表性部位布置不宜少于3个测区,每个测区不宜少于4对测点,两个换能器内边缘间距宜为100mm、150mm、200mm、250mm...,测区内的测点应避开钢筋,裂缝内应无积水和异物。

4.4.4 当裂缝仅有一个测试面,且预估裂缝深度不大于500mm时,可采用单面平测法进行裂缝深度检测,并应符合下列规定。

4.4.4.1 在裂缝所在同一构件上无裂缝区域应按第4.2.3条进行检测。

4.4.4.2 无裂缝区混凝土声速值应按下列步骤计算:

(1) 根据不同测距读取声时值 $t_1, t_2, t_3, t_4 \dots$, 绘制声时值—测距坐标图(图4.4.4-1), 用回归分析的方法求出声时值与测距之间的回归直线方程(4.4.4-1), 得到 a 值和 b 值:

$$l'_i = a + bt_i \quad (4.4.4-1)$$

式中 l'_i ——第 i 对测点测距(mm), 精确至1mm;

a ——声时值—测距图中纵坐标的截距或回归直线方程的常数项(mm);

b ——回归系数;

t_i ——声时值(μs), 精确至0.1 μs 。

(2) 混凝土声速值按式(4.4.4-2)计算:

$$v_p = b \quad (4.4.4-2)$$

式中 v_p ——平测时混凝土声速值(km/s), 精确至0.01km/s。

4.4.4.3 将超声波检测仪的接收和发射两个换能器分别置于裂缝对称的两侧, 保持两换能器相对方向与不跨缝测量时一致, 两个换能器内边缘间距宜为100mm、150mm、200mm、250mm..., 分别读取声时值 $t'_1, t'_2, t'_3, t'_4 \dots$, 同时观察首波相位的变化, 见图4.4.4-2。

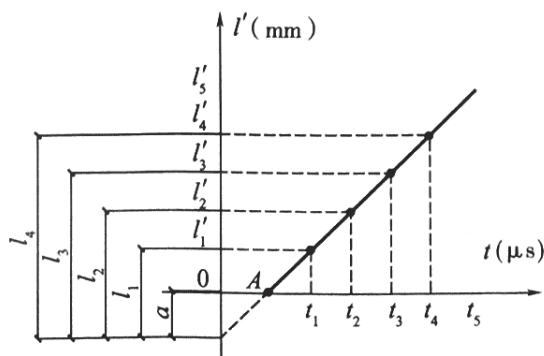


图 4.4.4-1 声时值—测距坐标图

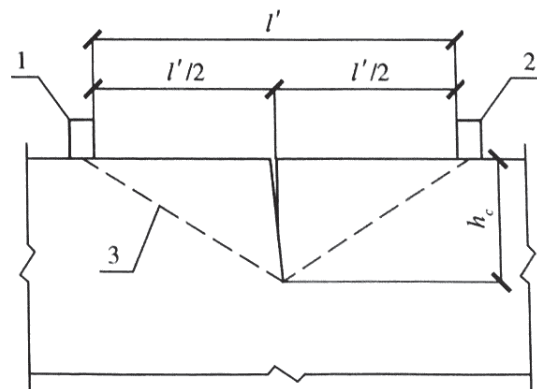


图 4.4.4-2 裂缝深度检测示意图

1-发射换能器;2-接收换能器;3-声波传播路径

4.4.4.4 裂缝深度可按下列公式计算:

$$h_i = \frac{l_i}{2} \sqrt{\left(\frac{t'_i v_p}{l_i}\right)^2 - 1} \quad (4.4.4-3)$$

$$h_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \quad (4.4.4-4)$$

$$l_i = l'_i + |a| \quad (4.4.4-5)$$

式中 h_i ——第 i 对测点计算的裂缝深度值 (mm), 精确至 1mm;
 l_i ——无裂缝区第 i 对测点的超声波实际传播距离 (mm), 精确至 1mm;
 t'_i ——第 i 对测点跨缝平测的声时值 (μs), 精确至 0.1 μs ;
 v_p ——无裂缝区平测的混凝土声速值 (km/s), 精确至 0.01km/s;
 h_m ——各对测点计算裂缝深度的平均值 (mm), 精确至 1mm;
 n ——单个测区测点数 (对);
 l'_i ——无裂缝区第 i 对测点测距 (mm), 精确至 1mm;
 a ——声时值—测距图中纵坐标的截距或回归直线方程的常数项 (mm)。

4.4.4.5 裂缝深度确定应符合下列规定:

- (1) 跨缝测量中, 当在某测距发现首波反相时, 可用该测距及两个相邻测距的测量值按式(4.4.4-4)计算 h_{ci} , 取此三点平均值 h_{cm} 作为该测区深度值;
- (2) 跨缝测量中如未出现首波反相现象, 则以不同测距按式(4.4.4-4)和式(4.4.4-5)计算 h_{ci} 和 h_{cm} 。将各测距 l_i 与 h_{cm} 比较, 将 l_i 小于 h_{cm} 或大于 $3h_{cm}$ 的数据剔除, 然后取余下测点裂缝深度平均值 h_{cm} 作为该测区深度值;
- (3) 取 3 个测区中所计算的最大裂缝深度值作为裂缝深度值。

4.4.5 当裂缝部位具有一对以上相互平行的测试面时, 可采用斜测法检测, 检测应符合下列规定:

- (1) 将发射和接收换能器分别置于两测试面对应测点 1、2、3... 的位置, 见图 4.4.5, 读取相应声时值 t_1 、 t_2 、 t_3 ...

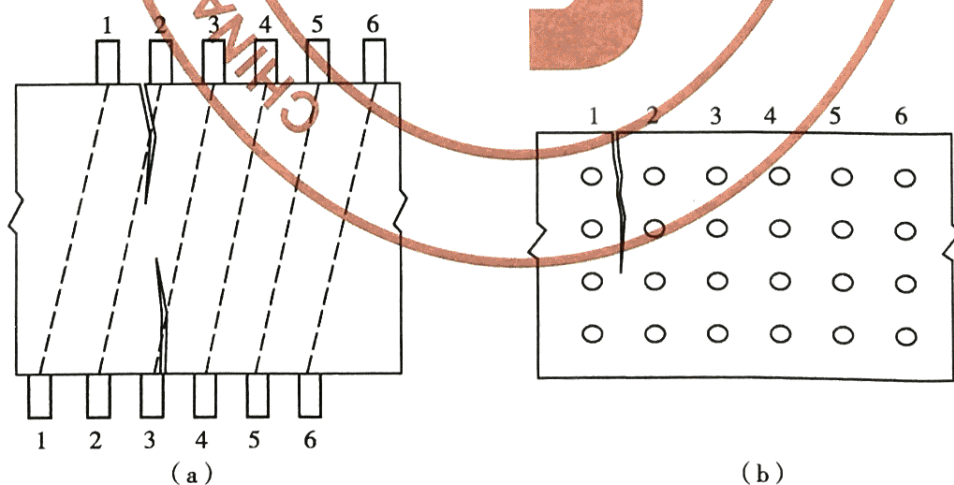


图 4.4.5 斜测法示意图
 (a) 平面图; (b) 立面图

- (2) 根据声时、首波振幅和波形突变情况判定裂缝深度以及是否在所处断面内贯通。

4.4.6 当检测大体积混凝土结构中裂缝或构件厚度大于 500mm 时,可采用钻孔法,测试应符合下列规定。

4.4.6.1 在裂缝部位附近钻取 3 个测孔,其间距不宜小于 1m,测孔的布置见图 4.4.6-1,校准用测孔 1、测孔 2 之间距离与测孔 2、测孔 3 之间距离宜相等。

4.4.6.2 测孔除满足第 4.3.5.1 款的要求外,跨越裂缝两侧的测孔 2 和测孔 3 深度应大于裂缝深度,其轴线应保持平行;不跨越裂缝的校准用测孔 1 深度约 500mm。

4.4.6.3 测孔中应注满清水。

4.4.6.4 测试时,置于孔 1 和孔 2、孔 2 和孔 3 中的发射和接收两个径向换能器,应以同一高程等距离由上至下或由下至上同时移动,逐点读取声时、波幅和换能器所处深度,并记录于测试表格中,见图 4.4.6-2。

4.4.6.5 裂缝深度值可采用绘制波幅—深度坐标图确定,见图 4.4.6-3,图中波幅达到最大并基本稳定所对应的深度为裂缝深度值。

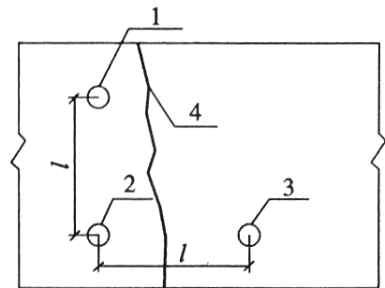


图 4.4.6-1 测孔位置示意图
1-校准用测孔;2、3-测孔;4-裂缝

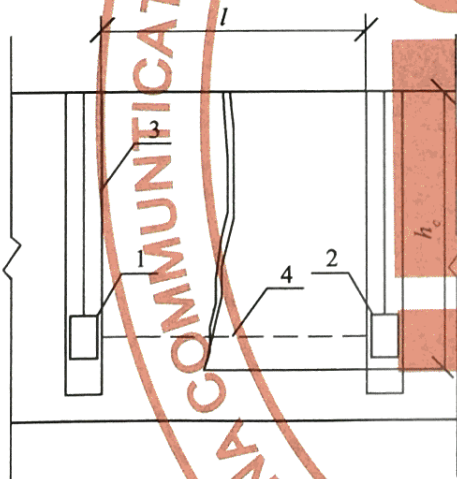


图 4.4.6-2 测量示意图

1-发射换能器;2-接收换能器;3-测孔;4-测距线

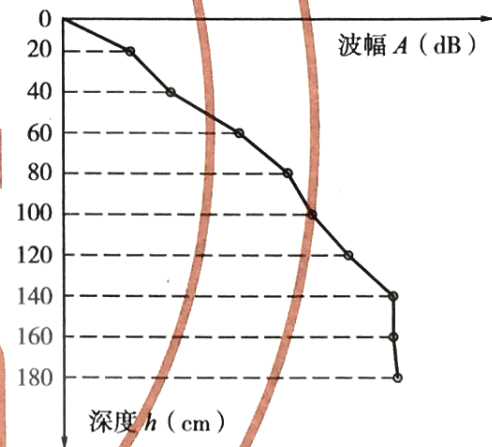


图 4.4.6-3 波幅—深度示意图

4.4.7 混凝土裂缝处理应符合下列规定。

4.4.7.1 应将测定的混凝土裂缝长度、宽度、深度标注于简图。

4.4.7.2 应选取有代表性的混凝土裂缝,粘结 5mm × 30mm 石膏楔子,观察裂缝开裂变化。

4.5 表面损伤层厚度检测

4.5.1 表面损伤层厚度应通过采用超声波法对因冻害、高温或化学腐蚀等引起的混凝土表面的损伤层厚度进行测定。

4.5.2 测区测点布置应符合下列规定。

4.5.2.1 根据混凝土结构或构件的损伤程度,结合表观质量状况,选取有代表性的部

位布置测区进行检测,其数量不宜少于3个。

4.5.2.2 每个测区不宜少于10对测点。

4.5.3 换能器宜选用频率较低的平面换能器。

4.5.4 发射和接收两个换能器应耦合在同一测试面,间距宜为(30~100)mm,检测应按下列步骤进行。

4.5.4.1 测试时,发射换能器应耦合好,保持不动,将接收换能器依次耦合在所选择30~100mm间的等间距测点1、2、3…位置上(图4.5.4-1),并读取和记录相应声时值 t_1 、 t_2 、 t_3 …,测量和记录每次发射和接收换能器内边缘之间的距离 l_1 、 l_2 、 l_3 …。

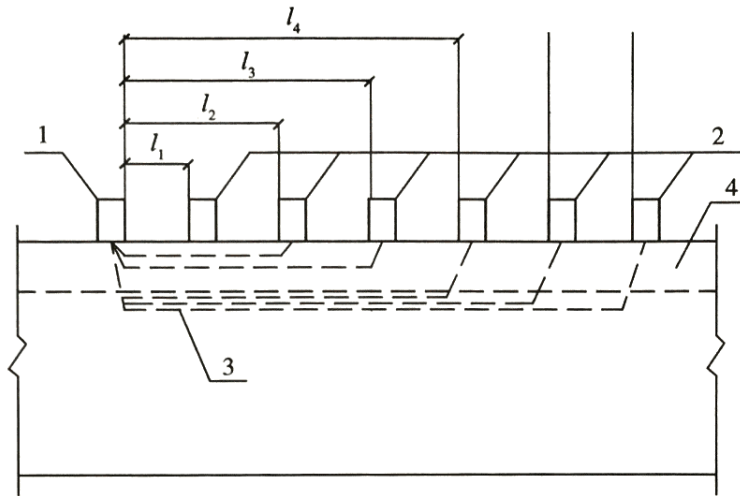


图 4.5.4-1 表面损伤层厚度测试示意图

1-发射换能器;2-接收换能器;3-声波传播路径;4-损伤层

4.5.4.2 当构件的损伤层厚度不均匀时,应适当扩大测试区域,增加测试点数。

4.5.4.3 可采用声时值—测距坐标图法得到声速改变形成的转折点,该点前、后分别表示损伤和未损伤混凝土的距离 l 和声时 t 相关直线,见图4.5.4-2。

4.5.4.4 可用回归分析方法分别求出损伤、未损伤混凝土距离 l 和声时 t 直线的回归直线方程,求得回归系数:

损伤混凝土:

$$l_f = a_1 + b_1 t_f \quad (4.5.4-1)$$

未损伤混凝土:

$$l_a = a_2 + b_2 t_a \quad (4.5.4-2)$$

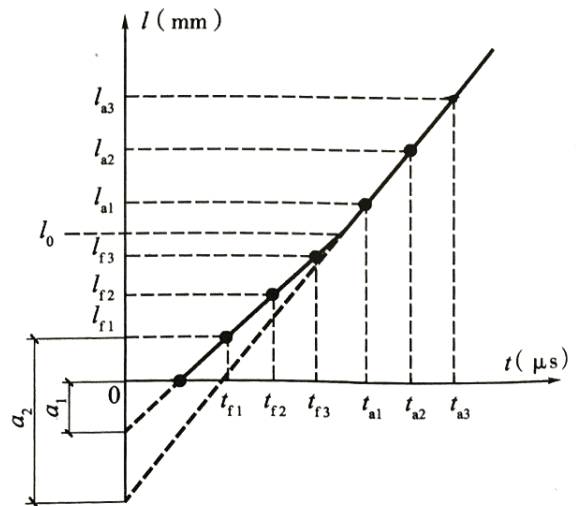


图 4.5.4-2 声时值—测距坐标图

式中 l_f ——拐点前各测点测距(mm),精确至1mm;

l_a ——拐点后各测点测距(mm),精确至1mm;

t_f ——拐点前各测点声时值(μs),精确至0.1 μs ;

t_a ——拐点后各测点声时值(μs),精确至0.1 μs ;

a_1 、 b_1 ——回归系数,即图 4.5.4-2 的损伤混凝土回归直线的截距和斜率;

a_2 、 b_2 ——回归系数,即图 4.5.4-2 的未损伤混凝土回归直线的截距和斜率。

4.5.4.5 按式(4.5.4-3)和式(4.5.4-4)计算混凝土损伤层厚度:

$$l_0 = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{b_2 - b_1} \quad (4.5.4-3)$$

$$h_f = \frac{l_0}{2} \sqrt{\frac{b_2 - b_1}{b_2 + b_1}} \quad (4.5.4-4)$$

式中 l_0 ——声速发生突变时测距(mm),精确至 1mm;

h_f ——损伤层厚度(mm),精确至 1mm;

a_1 、 b_1 ——回归系数,即图 4.5.4-2 的损伤混凝土回归直线的截距和斜率;

a_2 、 b_2 ——回归系数,即图 4.5.4-2 的未损伤混凝土回归直线的截距和斜率。

4.6 结合面质量检测

4.6.1 结合面质量应通过采用超声波法对前后两次浇筑的混凝土之间接触面的结合面质量进行测定。

4.6.2 检测前资料调查应符合第 3.2.2 条的规定外,尚应调查结合面的位置和走向。

4.6.3 当结合面有一对平行测试面时,可采用对测法或斜测法,见图 4.6.3。测距线应平行,测点间的间距可根据结构或构件的尺寸而定,宜控制在(100~250)mm。

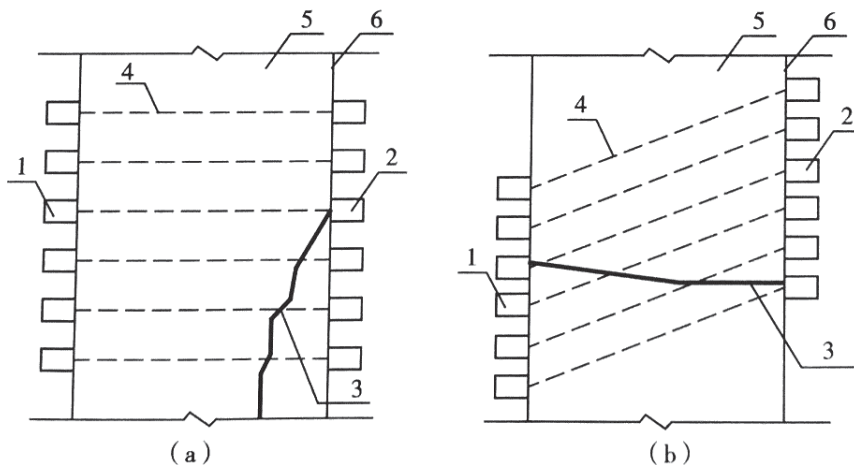


图 4.6.3 检测示意图

(a)对测法;(b)斜测法

1-发射换能器;2-接收换能器;3-结合面;4-测距线;5-混凝土;6-混凝土表面

4.6.4 当结合面仅具有单个测试面时,可采用钻孔法,测试应按下列要求进行。

4.6.4.1 在距结合面(50~100)mm位置上钻取 1 个测孔,测孔应满足第 4.3.5.1 款的要求,其深度宜为构件厚度的 2/3。

4.6.4.2 应在测孔内注满清水,并将径向换能器放置于测孔内。在跨越距结合面(50~100)mm的平面上应安放一个平面换能器,见图 4.6.4。

4.6.4.3 测试时,径向换能器应固定在钻孔底部,并以(100~250)mm等间距移动平面换能器,换能器移动时应与结合面保持平行;将径向换能器升高一定距离,重复上述步

骤移动平面换能器进行检测。

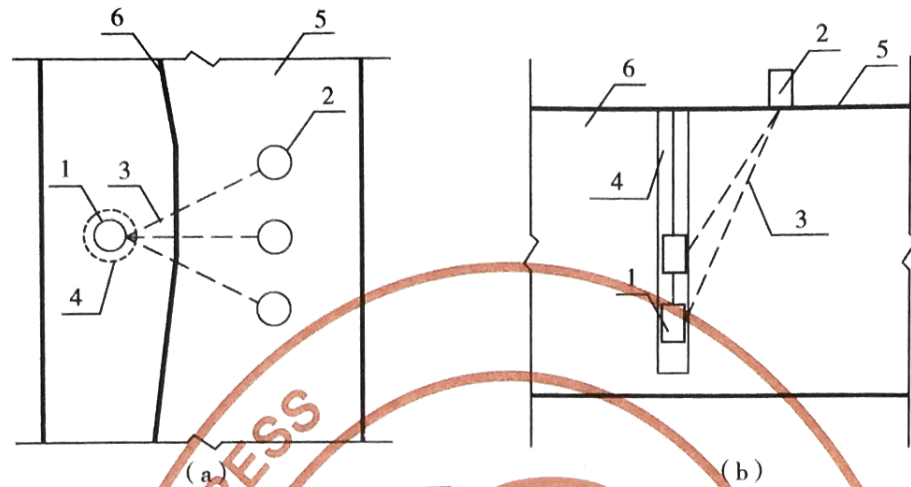


图 4.6.4 钻孔法示意图

(a)平面图;(b)立面图

1-径向换能器;2-平面换能器;3-声波传播路径;4-测孔;5-混凝土表面;6-结合面

4.6.5 检测应按第 4.2.3 条有关规定进行。

4.6.6 所测结果应按第 4.2.5.2 款的规定进行异常点判别,结合波幅等声学参数变化综合分析混凝土结合面质量。当通过结合面的某些测点的数据被判为异常,并查明无其他因素影响时,可判定混凝土结合面在该部位结合不良。

4.6.7 采用对测和斜测法检测时,跨越结合面超声波声速值比不跨越结合面超声波声速值显著降低的测点可判为异常测点。

4.6.8 对结合面区被判为异常的部位,必要时应钻取芯样进行验证。

4.7 灌注桩混凝土缺陷检测

4.7.1 灌注桩混凝土缺陷应通过采用超声波法对预埋声测管的桩径或边长不小于 0.6m 的灌注桩桩身完整性进行测定。

4.7.2 声测管宜选用钢质管,其内径应大于径向换能器直径的 1.5 倍。

4.7.3 声测管的埋设应符合下列规定。

4.7.3.1 被检桩设计桩径在 (600 ~ 2000) mm 时,埋设声测管不应少于 3 根。

4.7.3.2 被检桩设计桩径大于 2000mm 时,埋设声测管不应少于 4 根。

4.7.3.3 声测管应垂直于桩截面埋设,并呈对称形状布置,埋设位置及检测剖面见图 4.7.3。桩径在 (600 ~ 2000) mm 时的检测剖面应为 1-2、1-3 和 2-3;桩径大于 2000mm 时的检测剖面应为 1-2、1-3、1-4、2-3、2-4 和 3-4。

4.7.3.4 声测管应焊接在钢筋笼内侧,同一根桩的各根声测管应平行。

4.7.3.5 声测管的下端应封闭,上端应加盖帽,管内无异物;声测管连接处应保持通直并光滑过渡,管口宜高出桩顶 (100 ~ 500) mm,且各声测管外露管口高度相同。

4.7.4 换能器除应符合第 4.1.7 条规定外,换能器的电缆线上应有清晰的长度标注,标注线位置的允许偏差不应大于 10mm。

4.7.5 进行混凝土灌注桩缺陷检测时,受检桩混凝土强度至少应达到设计强度的70%,且不小于15MPa。

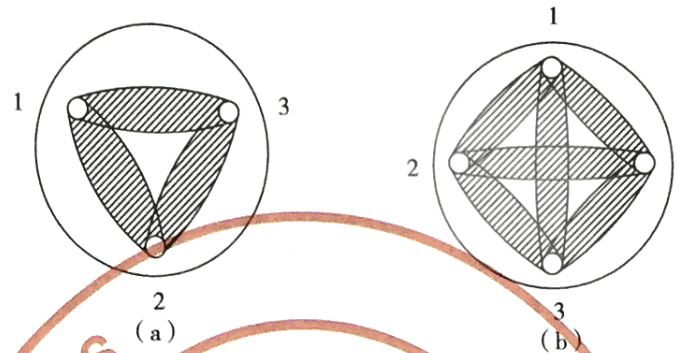


图 4.7.3 声测管布置示意图

(a) $600\text{mm} \leq D \leq 2000\text{mm}$; (b) $D > 2000\text{mm}$

4.7.6 检测应符合下列规定。

4.7.6.1 检测应按下列步骤进行:

- (1) 打开声测管上端的盖帽,注满清水;
- (2) 用一个直径略大于换能器的钢锥作疏通吊锤,逐根检查声测管的畅通情况和实际深度,做好记录;
- (3) 用钢卷尺测量同根桩顶各声测管外壁间的最短距离;
- (4) 按附录 A 计算声测管及耦合水层的声时值初读数;
- (5) 将接收和发射两个换能器分别安放在选定剖面的两根声测管底部或顶部,升降时控制测点间距不宜大于 250mm。实时显示和记录接收信号的时程曲线,读取并记录各测点的声时值、首波振幅值和周期值。

4.7.6.2 测试同一根桩时,超声波检测仪的功能按钮不得随意调节。

4.7.6.3 在桩身质量可疑的测点周围,应采用加密测点,或采用交叉斜测法(图 4.7.6c)和扇形扫描法(图 4.7.6d)进行复测,进一步确定桩身缺陷的位置和范围。

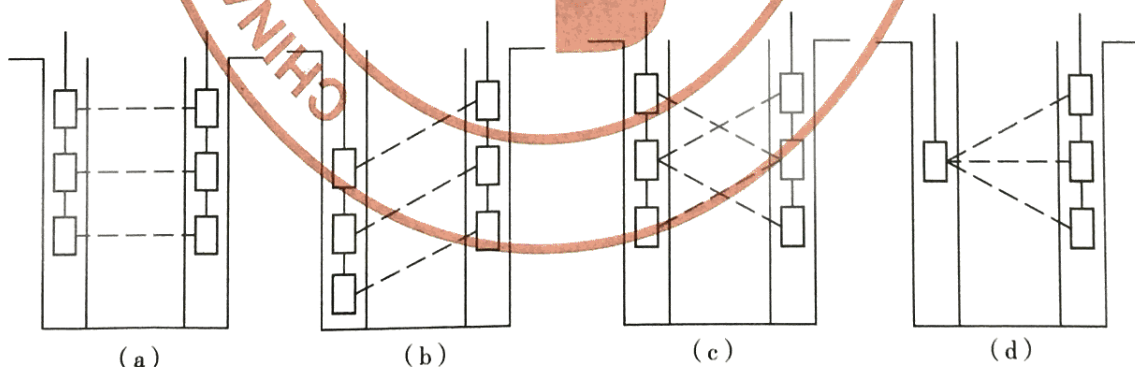


图 4.7.6 超声波检测方法

(a) 对测法;(b)斜测法;(c)交叉斜测;(d)扇形扫描

4.7.7 各测点的声时、声速、波幅及主频应根据现场检测数据,按式(4.7.7-1)~式(4.7.7-4)计算,并绘制声速—深度曲线和波幅—深度曲线,必要时可绘制辅助的主频—深度曲线。

$$t_{ci} = t_i - t''_0 \quad (4.7.7-1)$$

$$v_i = l_i / t_{ci} \quad (4.7.7-2)$$

$$A_{pi} = 20 \lg \frac{A_i}{A_0} \quad (4.7.7-3)$$

$$f_i = 1000 / T_{bi} \quad (4.7.7-4)$$

式中 t_{ci} ——第 i 对测点的混凝土声时值 (μs), 精确至 $0.1 \mu\text{s}$;

t_i ——第 i 对测点的仪器显示声时值 (μs), 精确至 $0.1 \mu\text{s}$;

t''_0 ——声时值初读数 (μs), 按附录 A 读取并计算, 精确至 $0.1 \mu\text{s}$;

v_i ——第 i 对测点的混凝土声速值 (km/s), 精确至 0.01km/s ;

l_i ——第 i 对测点两根声测管内边缘之间的距离 (mm), 精确至 1mm ;

A_{pi} ——第 i 对测点的波幅值 (dB), 精确至 1dB ;

A_i ——第 i 对测点的首波峰值 (dB), 精确至 1dB ;

A_0 ——零分贝信号幅值 (dB), 精确至 1dB ;

f_i ——第 i 对测点的主频值 (kHz), 数字式超声波仪可直接读取, 模拟式超声波仪需按式 (4.7.7-4) 计算, 精确至 1kHz ;

T_{bi} ——第 i 对测点的信号周期 (μs), 精确至 $0.1 \mu\text{s}$ 。

4.7.8 桩身混凝土缺陷判定方法应符合下列规定。

4.7.8.1 混凝土均匀性和异常点的判别可按第 4.2.5 条进行。当检测剖面 n 个测点的声速值普遍偏低且离散性很小, 且式 (4.7.8-1) 成立时, 对应测点部位存在缺陷。

$$v_i < v_L \quad (4.7.8-1)$$

式中 v_i ——第 i 对测点的混凝土声速值 (km/s), 精确至 0.01km/s ;

v_L ——声速低限值 (km/s), 由预留同条件混凝土时间的抗压强度与声速对比试验结果, 结合本地区实际经验确定, 精确至 0.01km/s 。

4.7.8.2 波幅异常时临界值判据应按式 (4.7.8-2) 和式 (4.7.8-3) 计算。当式 (4.7.8-3) 成立时, 波幅可判定为异常, 对应测点部位存在缺陷。

$$A_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{pi} \quad (4.7.8-2)$$

$$A_{pi} < A_m - 6 \quad (4.7.8-3)$$

式中 A_m ——波幅平均值 (dB), 精确至 1dB ;

A_{pi} ——第 i 对测点的波幅值 (dB), 精确至 1dB ;

n ——检测剖面测点数 (对)。

4.7.8.3 PSD 值应按式 (4.7.8-4) ~ 式 (4.7.8-6) 计算。根据 PSD 值在某深度处的突变, 结合波幅变化情况, 进行异常点判别。

$$PSD = K \cdot \Delta T \quad (4.7.8-4)$$

$$K = (t_i - t_{i-1}) / (h_i - h_{i-1}) \quad (4.7.8-5)$$

$$\Delta t = t_i - t_{i-1} \quad (4.7.8-6)$$

式中 t_i ——第 i 对测点的仪器显示声时值 (μs), 精确至 $0.1 \mu\text{s}$;

t_{i-1} ——第 $(i-1)$ 对测点声时值(μs),精确至 $0.1\mu\text{s}$;

h_i ——第 i 对测点的深度(mm),精确至1mm;

h_{i-1} ——第 $(i-1)$ 对测点深度(mm),精确至1mm。

4.7.8.4 主频异常值可根据主频—深度曲线上主频值明显降低情况进行判别。

4.7.8.5 桩身完整性应结合桩身混凝土各声学参数临界值、PSD判据、混凝土声速低限值及桩身质量可疑点加密测试后确定的缺陷位置、范围,按表4.7.8进行判定。

表 4.7.8 桩身完整性判定

类别	特征
I	各检测剖面的声学参数均无异常; 无声速低于低限值异常
II	某一检测剖面个别测点的声学参数出现异常; 无声速低于低限值异常
III	某一检测剖面连续多个测点的声学参数出现异常; 两个或两个以上检测剖面在同一深度测点的声学参数出现异常; 局部混凝土声速出现低于低限值异常
IV	某一检测剖面连续多个测点的声学参数出现明显异常; 两个或两个以上检测剖面在同一深度测点的声学参数出现明显异常; 桩身混凝土声速出现普遍低于低限值异常或无法检测首波或声波接收信号严重畸变

4.8 钢管混凝土缺陷检测

4.8.1 钢管混凝土缺陷检测宜先用小锤敲击法进行普查,再用超声波法检测。

4.8.2 用小锤敲击钢管混凝土外侧的钢管壁,应根据响声判断钢管与混凝土结合紧密程度,初步判定钢管与混凝土结合的密实情况,并将判断结果描绘于简图中。

4.8.3 超声波法检测应符合下列规定。

4.8.3.1 超声法检测钢管中混凝土的强度,圆钢管的外径不宜小于300mm,方钢管的最小边长不宜小于275mm。

4.8.3.2 钢管外表面应光洁、无严重锈蚀。

4.8.3.3 超声波测区布置应均匀,每个构件宜布置10个测区。每个测区不宜少于4对测点,见图4.8.3。

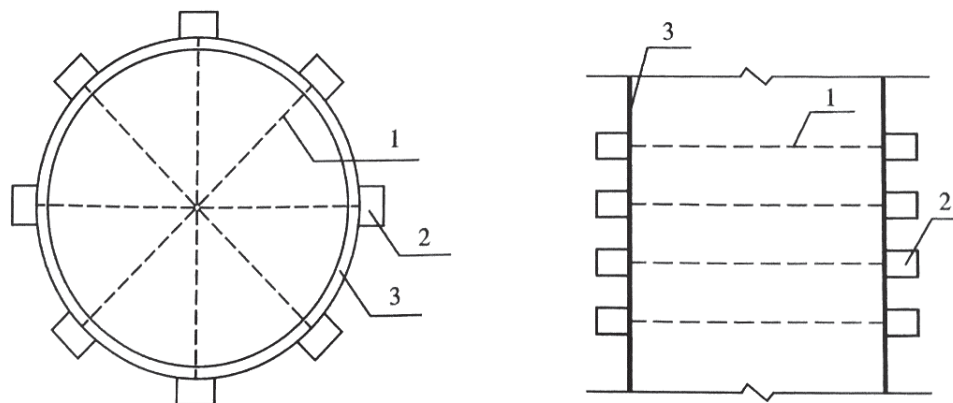


图 4.8.3 超声波法测点布置示意图

1-测距线;2-平面换能器;3-钢管管壁

4.8.3.4 将发射和接收两个平面换能器分别耦合在钢管混凝土两侧对应同一轴线上,该轴线应通过钢管的圆心,并逐一采用对测法进行测试。

4.8.3.5 混凝土均匀性和异常点的判别应按照第4.2.5条进行。

4.8.4 对于直径较大的钢管混凝土,也可采用预埋声测管的方法检测,检测应按第4.7节混凝土灌注桩缺陷检测进行,钢管内混凝土完整性判定应按表4.7.8进行。

4.9 地连墙混凝土缺陷检测

4.9.1 地连墙混凝土缺陷应通过采用超声波法对墙体混凝土整体质量进行测定。

4.9.2 检测宜采用预埋声测管的方法。

4.9.3 单幅槽段应作为一个样本。在所抽取样本上应根据槽段的尺寸均匀埋置声测管。

4.9.4 声测管及其埋设应符合第4.7.2条和第4.7.3条的有关规定。

4.9.5 换能器应符合第4.7.4条的规定。

4.9.6 检测龄期应符合第4.7.5条的规定。

4.9.7 检测步骤应符合第4.7.6条的规定。

4.9.8 墙体混凝土完整性判定应按表4.7.8进行。

4.9.9 墙体被判为异常的部位,必要时应钻取芯样进行验证。

5 混凝土强度检测

5.1 一般规定

5.1.1 检测混凝土结构中混凝土抗压强度,宜采用间接法中的非破损的回弹法或超声一回弹综合法,必要时可采用直接测定抗压强度的微破损钻芯法。

5.1.2 测区或钻芯位置应布置在混凝土结构的无缺陷、无损伤且具有代表性的部位;当混凝土结构存在缺陷、损伤或性能劣化现象时,检测报告应予以描述。

5.1.3 在用回弹法或超声一回弹综合法检测混凝土强度时,应按附录 C 规定的方法预先建立专用或区域的结构混凝土强度与回弹值之间的测强曲线,或结构混凝土强度与回弹值、混凝土声速值之间的测强曲线,计算结构混凝土强度代表值;当无专用或区域的测强曲线时,可采用本规程的测强曲线计算结构混凝土强度代表值。

5.2 回弹法检测

5.2.1 回弹仪检测混凝土强度不得用于表层或内部质量有明显差异的混凝土结构或构件。

5.2.2 回弹仪的选择应符合下列规定:

(1) 标称能量为 2.207J 混凝土回弹仪,适用于混凝土强度范围为(10~60)MPa;

(2) 标称能量为 4.5J 混凝土回弹仪,适用于混凝土强度范围为(50~100)MPa。

5.2.3 在洛氏硬度 HRC 为 60 ± 2 的钢砧上,标称能量为 2.207J 混凝土回弹仪的率定值应为 80 ± 2 ;标称能量为 4.5J 混凝土回弹仪的率定值应为 88 ± 2 。

5.2.4 弹击拉簧应处于自由状态,在弹击锤与弹击杆碰撞瞬间,弹击锤起跳点应位于指针指示刻度尺的零点处。

5.2.5 回弹仪使用时的环境温度应为 $(-4 \sim 40)^\circ\text{C}$ 。

5.2.6 回弹仪在检测前后,均应按照附录 D 进行率定试验,并应符合第 5.2.3 条和第 5.2.4 条的规定。

5.2.7 测区的技术要求应符合下列规定。

5.2.7.1 每个样本测区数不应少于 5 个,相邻两测区的间距不宜大于 2m,靠近构件端部或施工缝边缘的测区距离构件端部或施工缝边缘不宜大于 0.5m 且不宜小于 0.2m。

5.2.7.2 测区宜选在使回弹仪处于水平方向的混凝土浇筑侧面。当不能满足这一要求时,可使回弹仪处于非水平方向的混凝土浇筑侧面、表面或底面。

5.2.7.3 每个测区宜选在样本的两个对称或相邻可测试表面上,也可选在一个可测试面上,均匀分布。

5.2.7.4 测区的面积不宜大于 0.04m^2 ,并能容纳8个或16个测点,见图5.2.7。

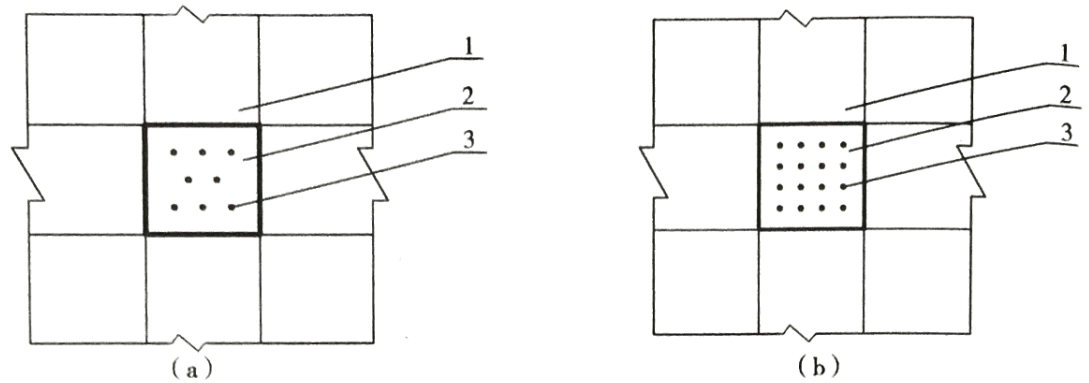


图5.2.7 测区和测点示意图

(a)对测法;(b)平测法

1-混凝土表面;2-测区;3-测点

5.2.7.5 测区表面应为混凝土原浆面,并应清洁、平整、干燥,不应有疏松层、浮浆、油垢、粉刷层、蜂窝以及麻面等外观缺陷。

5.2.7.6 测区应标有清晰的编号,并宜在记录纸上绘制测区布置示意图和描述外观质量情况。

5.2.8 回弹值测量应符合下列规定。

5.2.8.1 测点宜在测区范围内均匀分布,相邻两测点的净距不宜小于 20mm ;测点距外露钢筋、预埋件的距离不宜小于 30mm 。

5.2.8.2 测点不应在气孔或外露石子上,同一测点只应弹击一次。

5.2.8.3 回弹仪的轴线应始终垂直于结构或构件的混凝土检测面,缓慢均匀施压,不宜用力过猛或冲击,准确读数,快速复位。

5.2.8.4 每一测点的回弹值读数应估读至1。

5.2.9 碳化深度测定应符合下列规定。

5.2.9.1 回弹值测量完毕后,应在有代表性的测区上测量碳化深度值,测点数不应少于3个,并分布在不同测区。

5.2.9.2 碳化深度值测量,可采用电动冲击锤及钻芯机等工具在测区表面形成直径约 15mm 的孔洞,其深度应大于混凝土的碳化深度。孔洞中的粉末和碎屑应清理干净,并不得用水擦洗。

5.2.9.3 应采用浓度为 $1\% \sim 2\%$ 的酚酞酒精溶液滴在孔洞内壁的边缘处,当已碳化与未碳化界线清晰时,再用深度测量工具测量已碳化与未碳化混凝土交界面处到混凝土表面的垂直距离。测量3次,每次读数应精确至 0.25mm ,取其平均值为一个测点的碳化深度值,并应精确至 0.5mm 。所有测点的碳化值的平均值为该样本每测区的碳化深度值,并应精确至 0.5mm 。当碳化深度值极差大于 2.0mm 时,应在每一测区测量碳化深度值。

5.2.10 回弹值计算应符合下列规定。

5.2.10.1 测区回弹值应以回弹仪水平方向混凝土浇筑侧面的测试值为基准。

5.2.10.2 计算测区回弹代表值时,应从该测区的16个回弹测点值中剔除3个最大值和3个最小值,用其余的10个回弹值按式(5.2.10-1)计算测区回弹代表值。

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_i}{10} \quad (5.2.10-1)$$

式中 R_m ——测区回弹代表值,精确至0.1;

R_i ——第*i*个测点的回弹值。

5.2.10.3 当回弹仪在非水平方向检测混凝土浇筑侧面时,应按式(5.2.10-2)换算成水平方向检测混凝土浇筑侧面回弹代表值。

$$R_m = R_{m\alpha} + R_{\alpha\alpha} \quad (5.2.10-2)$$

式中 R_m ——测区回弹代表值,精确至0.1;

$R_{m\alpha}$ ——非水平方向检测时测区回弹代表值,精确至0.1;

$R_{\alpha\alpha}$ ——非水平方向检测时回弹值修正值,按附录E的规定采用。

5.2.10.4 当回弹仪在水平方向检测混凝土浇筑表面和底面时,应按式(5.2.10-3)或式(5.2.10-4)换算成水平方向检测混凝土浇筑侧面回弹代表值。

$$R_m = R_m^t + R_a^t \quad (5.2.10-3)$$

$$R_m = R_m^b + R_a^b \quad (5.2.10-4)$$

式中 R_m ——测区回弹代表值,精确至0.1;

R_m^t ——水平方向检测混凝土浇筑表面时,测区回弹代表值,精确至0.1;

R_a^t ——混凝土浇筑表面回弹值的修正值,按附录E的规定采用;

R_m^b ——水平方向检测混凝土浇筑底面时,测区回弹代表值,精确至0.1;

R_a^b ——混凝土浇筑底面回弹值的修正值,按附录E的规定采用。

5.2.10.5 当测试时回弹仪为非水平方向且测试面为非混凝土的浇筑侧面时,应先按式(5.2.10-2)对回弹值进行角度修正,然后用角度修正后的回弹值按式(5.2.10-3)或式(5.2.10-4)再进行修正。

5.2.11 混凝土强度代表值的确定应符合下列规定。

5.2.11.1 采用标称能量为2.207J混凝土回弹仪时,混凝土强度代表值宜按式(5.2.11-1)计算。

$$f_{cu,i}^c = 0.02497 R_{m,i}^{2.016} \quad (5.2.11-1)$$

式中 $f_{cu,i}^c$ ——第*i*测区混凝土强度代表值(MPa),精确至0.1MPa;

$R_{m,i}$ ——第*i*测区回弹代表值,精确至0.1。

5.2.11.2 采用标称能量为2.207J混凝土回弹仪检测,当混凝土的碳化深度大于或等于1.0mm时,应按式(5.2.11-2)进行混凝土强度代表值的碳化因素修正。

$$f_{cu,i}^c = \eta f_{cu,i0}^c \quad (5.2.11-2)$$

式中 $f_{cu,i}^c$ ——经碳化深度修正后的混凝土强度代表值(MPa),精确至0.1MPa;

η ——碳化深度因素修正回弹法检测混凝土强度代表值的系数,按表5.2.11的规定采用。

表 5.2.11 η 值

强度 (MPa)	碳化深度 (mm)					
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	≥ 6.0
10.0 ~ 19.9	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7
20.0 ~ 29.9	0.94	0.88	0.82	0.75	0.73	0.65
30.0 ~ 39.9	0.93	0.86	0.8	0.73	0.68	0.6
40.0 ~ 50.0	0.92	0.84	0.78	0.71	0.65	0.58

注:当碳化深度修约至 0.5mm 的奇数倍时,应采用内插法查表。

5.2.12 混凝土强度推定值的确定应符合下列规定。

5.2.12.1 当检验批或单个样本的测区总数少于 10 个时,混凝土强度推定值应按式 (5.2.12-1) 计算。

$$f_{cu,e} = f_{cu,min}^c \quad (5.2.12-1)$$

式中 $f_{cu,e}$ ——检验批或单个样本混凝土强度推定值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

$f_{cu,min}^c$ ——混凝土强度代表值的最小值 (MPa), 精确至 0.1MPa。

5.2.12.2 当检验批或单个样本的测区总数不少于 10 个时,混凝土强度推定值应按下列公式计算:

$$f_{cu,m}^c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^c}{n} \quad (5.2.12-2)$$

$$s_{f_{cu}^c} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (f_{cu,i}^c - f_{cu,m}^c)^2} \quad (5.2.12-3)$$

$$f_{cu,e} = f_{cu,m}^c - 1.645 s_{f_{cu}^c} \quad (5.2.12-4)$$

式中 $f_{cu,m}^c$ ——混凝土强度代表值的平均值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

n ——测区数量 (个);

$f_{cu,i}^c$ ——第 i 测区混凝土强度代表值 (MPa), 精确至 0.1MPa;

$s_{f_{cu}^c}$ ——混凝土强度代表值的标准差 (MPa), 精确至 0.01MPa, 取值不小于 $\sigma_0 - 2.0$ (MPa);

$f_{cu,e}$ ——检验批或单个样本混凝土强度推定值 (MPa), 精确至 0.1MPa。

5.2.12.3 当测区混凝土强度代表值中出现小于 10.0MPa 时,混凝土强度推定值应小于 10.0MPa。

5.3 超声一回弹综合法检测

5.3.1 超声一回弹综合法应用超声波检测仪和回弹仪,在所测样本的同一测区内,测得混凝土声速代表值和回弹代表值,推定混凝土强度。

5.3.2 超声一回弹综合法不宜用于检测因冻害、化学腐蚀及火灾等造成混凝土表面损伤和经超声波法检测判定混凝土均匀性不合格的混凝土。

5.3.3 测试步骤应符合下列规定。

5.3.3.1 测区应在检测均匀性合格的样本上选取。

5.3.3.2 测区表面应符合第 4.1.9 条的规定。

5.3.3.3 每个样本不应少于 5 个测区,测区宜布置在样本混凝土的浇筑侧面,测区宜选在样本的两个对称或相邻可测试表面上,均匀分布,相邻测区间距不宜大于 2m,对测时测区面积宜为 0.04m^2 ,每个测区包括 4 个超声波测点和 16 个回弹值测点,见图 5.3.3。

5.3.3.4 对每一测区,应先进行回弹测试,后进行超声测试。

5.3.3.5 同一测区声速代表值和回弹代表值应满足下列要求:

- (1) 按第 5.2 节的要求进行回弹测试;
- (2) 按第 4.2 节的要求进行超声测试;
- (3) 4 个超声波测点的声速平均值为该测区声速代表值;
- (4) 回弹代表值按第 5.2.10 条规定的方法求得。

5.3.3.6 计算样本混凝土强度时,非同一测区内的回弹值和声速值不得混用。

5.3.4 混凝土强度代表值的确定应符合下列规定。

5.3.4.1 采用标称能量为 2.207J 混凝土回弹仪时,混凝土强度代表值宜按式(5.3.4)计算。

$$f_{\text{cu},i}^c = 0.008 v_{\text{m},i}^{1.72} R_{\text{m},i}^{1.57} \quad (5.3.4)$$

式中 $f_{\text{cu},i}^c$ ——第 i 测区混凝土强度代表值(MPa),精确至 0.1MPa;

$v_{\text{m},i}$ ——第 i 测区超声波声速代表值(km/s),精确至 0.01km/s;

R ——第 i 测区回弹代表值,精确至 0.1。

5.3.5 混凝土强度推定值的确定应符合第 5.2.12 条的规定。

5.4 钻芯法检测

5.4.1 钻芯法检测混凝土强度应通过在所测样本上钻取混凝土芯样试件,直接测定混凝土抗压强度。

5.4.2 钻芯法采用的主要设备应符合下列规定。

5.4.2.1 钻芯机应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便,并有水冷却系统。钻芯机的维护可参照附录 F 的规定执行。

5.4.2.2 钻取芯样宜采用金刚石或人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体应无肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。钻头胎体对刚体的同心度偏差不应大于 0.3mm,钻头的径向跳动不应大于 1.5mm,钻头直径不宜小于粗骨料最大粒径的 2 倍。

5.4.2.3 锯切芯样宜选用双片自动式岩石切割机。切割机应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置,配套使用的人造金刚石圆锯片有足够的刚度。

5.4.2.4 芯样宜用磨平机进行芯样端面加工,除应保证芯样的端面平整外,尚应保证芯样端面与芯样轴线垂直。

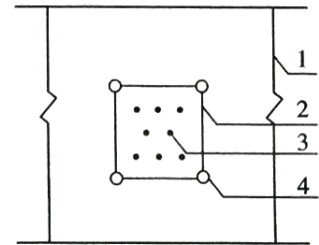


图 5.3.3 超声—回弹测点对测法布置示意图

1—侧混凝土表面;2—测区;3—回弹测点;4—超声波测点

5.4.2.5 探测钢筋位置的仪器,应适用于现场操作,探测深度不应小于钢筋保护层厚度,探测位置的偏差不应大于 $\pm 5\text{mm}$ 。

5.4.3 芯样的钻取宜符合下列规定。

5.4.3.1 芯样宜在下列部位钻取:

- (1) 受力较小的部位;
- (2) 便于钻芯机安放与操作的部位;
- (3) 避开主筋、预埋件和管线的部位。

5.4.3.2 钻取芯样宜按照附录 F 规定的步骤进行。

5.4.3.3 芯样钻取完毕后,应取出芯样,并应进行标记。芯样应用塑料制品包好或使用其他适当方法保护且运至试验室。

5.4.3.4 钻芯后留下的孔洞应及时进行修补。

5.4.3.5 钻芯操作应遵守国家有关安全生产和劳动保护的规定,并应遵守钻芯现场安全生产的有关规定。

5.4.4 芯样试件的加工应符合下列规定。

5.4.4.1 芯样试件的高度与直径之比宜为 1.00。标准芯样试件宜为直径 100mm 的混凝土圆柱体试件。

5.4.4.2 芯样试件内不宜含有钢筋,不能满足要求时,芯样试件应满足下列要求:

- (1) 标准芯样试件可含一根直径不大于 22mm 的钢筋或二根直径小于 10mm 的钢筋;
- (2) 直径小于 100mm 的芯样试件最多可含一根直径小于 10mm 的钢筋;
- (3) 芯样内的钢筋与芯样试件的轴线基本垂直并离开端面 10mm 以上。

5.4.4.3 锯切后的芯样试件上下两个端面宜用磨平机磨平。端面处理完毕的芯样试件应放至 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的水中养护至试验龄期且 48h 以上。

5.4.4.4 芯样试件尺寸的测量应符合下列规定:

- (1) 用游标卡尺测量芯样试件中部相互垂直的两个位置上的直径,取测量的算术平均值作为芯样试件的直径,精确至 0.5mm;
- (2) 用钢板尺测量与芯样试件轴线平行的两条母线的高度,取测量的算术平均值作为芯样试件的高度,精确至 1.0mm;
- (3) 用游标量角器测量芯样试件两个端面与母线的夹角,垂直度精确至 0.1° ;
- (4) 用钢板尺或角尺紧靠在芯样试件端面上,再用塞尺测量钢板尺或角尺与芯样试件端面之间的缝隙确定平整度。

5.4.4.5 芯样试件尺寸偏差及外观质量应满足下列要求:

- (1) 芯样试件的实际高径比范围为 0.95 ~ 1.05;
- (2) 直径 100mm 芯样试件的直径允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$;
- (3) 沿芯样试件高度与其相垂直断面的任一直径与平均直径相差不大于 2mm;
- (4) 芯样试件端面的不平整度在 100mm 长度内不大于 0.1mm;
- (5) 芯样试件端面与轴线的垂直度范围为 $(89 \sim 91)^\circ$;
- (6) 芯样没有裂缝或其他较大缺陷。

5.4.5 按检测批进行检测时,在抽取的每个样本上至少应钻取一组芯样试件,每组芯样试件的直径和数量应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 单组芯样试件数量

芯样直径(mm)	100	75 ~ 65	60 ~ 50
数量(个)	1	3	5

5.4.6 抗压强度试验应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)的有关规定。

5.4.7 检查破型后的芯样状态,当出现下列情况之一时,应剔除该芯样试件的试验结果:

- (1) 含有大于芯样直径 1/2 倍粒径的粗骨料;
- (2) 含有蜂窝和孔洞等缺陷;
- (3) 试件侧面出现斜向裂缝。

5.4.8 抗压强度测试值应按式(5.4.8)计算。

$$f_{\text{cor}} = \frac{4\alpha F_c}{\pi d^2} \quad (5.4.8)$$

式中 f_{cor} ——芯样试件的抗压强度值(MPa),精确至 0.1MPa;

α ——系数,当芯样为标准芯样时, $\alpha = 1$;当芯样直径小于 100mm 时, $\alpha = 1.12$;

F_c ——芯样试件的抗压试验所测得的最大压力(kN),精确至 1kN;

d ——芯样直径(mm),精确至 0.5mm。

5.4.9 单组芯样混凝土强度代表值应按下列方法确定。

5.4.9.1 芯样直径 100mm 的 1 个芯样,其测试值应为芯样混凝土强度代表值。

5.4.9.2 芯样直径(75 ~ 65)mm 的 3 个芯样,其芯样混凝土强度代表值应按下列方法确定:

- (1) 以 3 个试件抗压强度测试值的算术平均值为芯样混凝土强度代表值;
- (2) 当 3 个试件抗压强度测试值中出现的最大值或最小值与中间值相差超过 15% 时,取中间值为芯样混凝土强度代表值;
- (3) 当 3 个试件抗压强度中出现的最大值和最小值与中间值相差均超过 15% 时,该组数据无效。

5.4.9.3 芯样直径(60 ~ 50)mm 的 5 个芯样,其芯样混凝土强度代表值应按下列步骤确定:

- (1) 按附录 G 对 5 个试件抗压强度测试值进行异常数据的判别和处理;
- (2) 当无异常值时,以 5 个试件抗压强度测试值的算术平均值为芯样混凝土强度代表值;
- (3) 当异常值不多于 2 个时,以剩余试件抗压强度测试值的算术平均值为芯样强度代表值。

5.4.10 当对单个样本检测时,在单个样本上钻取的芯样试件数量应至少是表 5.4.5 规定数量的 3 倍,并取得单组芯样强度代表值。

5.5 混凝土强度推定

5.5.1 回弹法或超声一回弹综合法检测混凝土强度的判定应符合下列规定。

5.5.1.1 以混凝土强度推定值进行合格评定,当推定值大于混凝土设计强度等级标准值时,可判为合格,反之,初步判为不合格。

5.5.1.2 按检测批检测时,当该批样本出现以下情况之一时,则该批样本应全部按单个样本检测和判定:

- (1) 当该批样本 $f_{cu,m}^c$ 小于 25MPa、 $s_{f_{cu}^c}$ 大于 4.5MPa 时;
- (2) 当该批样本 $f_{cu,m}^c$ 不小于 25MPa、 $s_{f_{cu}^c}$ 大于 5.5MPa 时。

5.5.1.3 当检测批被初步判定为不合格时,应以钻芯法进行修正。

5.5.1.4 芯样试件的数量和钻芯位置应满足下列要求:

- (1) 芯样采用回弹法或超声一回弹综合法检测的样本测区中随机抽取,钻芯位置与回弹法或超声一回弹综合法检测的样本测区重合;
- (2) 芯样试件数量不少于表 5.4.5 规定数量的 6 倍;
- (3) 按第 5.4 节的有关规定测得单组芯样试件的强度代表值;
- (4) 按附录 G 对单组芯样试件强度代表值进行异常数据的判别和处理;
- (5) 单组芯样试件强度代表值的算术平均值作为钻芯法检测样本修正强度的平均值。

5.5.1.5 总体修正量和修正的混凝土强度代表值可分别按式(5.5.1-1)和式(5.5.1-2)计算。

$$\Delta_{\text{tot}} = f_{\text{cor},m} - f_{\text{cu},m0}^c \quad (5.5.1-1)$$

$$f_{\text{cu},i1}^c = f_{\text{cu},i0}^c + \Delta_{\text{tot}} \quad (5.5.1-2)$$

式中 Δ_{tot} ——总体修正量(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cor},m}$ ——钻芯法测得样本修正强度的平均值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cu},m0}^c$ ——被修正方法检测得到的样本修正强度代表值的平均值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cu},i1}^c$ ——修正后测区混凝土强度代表值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cu},i0}^c$ ——修正前测区混凝土强度代表值(MPa),精确至 0.1MPa。

5.5.1.6 应采用修正后的强度代表值,按第 5.2.12 条计算混凝土强度推定值,再按第 5.5.1.1 条和第 5.5.1.2 条规定进行混凝土强度判定的复验。

5.5.1.7 当复验结果仍判该检测批为不合格时,应按下列规定进行再检验:

(1) 由未被抽检样本组成新的检测批,随机抽取 30% 的样本进行检测,并按第 5.5.1.1 款和第 5.5.1.2 款进行混凝土强度判定;

(2) 当新的检测批又被判为不合格时,则检测剩余的全部样本,并按单个样本逐个进行强度判定。

5.5.1.8 当单个样本被初步判定为不合格时,应按第 5.4 节的有关规定进行钻芯法复验检测。

5.5.2 钻芯法检测混凝土强度的判定应符合下列规定。

5.5.2.1 混凝土强度代表值个数不少于9个时,混凝土强度代表值的平均值和标准差应分别按式(5.5.2-1)和式(5.5.2-2)进行计算,能同时满足式(5.5.2-3)、式(5.5.2-4)要求时,可判为合格,反之,则判为不合格。

$$f'_{cu,m} = \frac{\sum_{i=1}^n f'_{cu,i}}{n} \quad (5.5.2-1)$$

$$s_{f'_{cu}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (f'_{cu,i} - f'_{cu,m})^2} \quad (5.5.2-2)$$

$$f'_{cu,m} - s_{f'_{cu}} \geq f_{cu,k} \quad (5.5.2-3)$$

$$f'_{cu,min} \geq f_{cu,k} - c\sigma_0 \quad (5.5.2-4)$$

式中 $f'_{cu,m}$ ——混凝土强度代表值的平均值(MPa),精确至0.1MPa;

$f'_{cu,i}$ ——第*i*个混凝土强度代表值(MPa),精确至0.1MPa;

$s_{f'_{cu}}$ ——混凝土强度代表值的标准差(MPa),精确至0.01MPa,取值不小于 $\sigma_0 - 2.0$ (MPa);

n ——混凝土强度代表值的数量(个);

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值(MPa);

$f'_{cu,min}$ ——混凝土强度代表值中的最小值(MPa),精确至0.1MPa;

σ_0 ——混凝土抗压强度标准差的平均水平的值(MPa),按表5.5.2-1选取;

c ——系数,按表5.5.2-2选取。

表5.5.2-1 混凝土抗压强度标准差的平均水平的值

强度等级	< C20	C20 ~ C40	> C40
σ_0 (MPa)	3.5	4.5	5.5

表5.5.2-2 系数 c

强度代表值数量(个)	9	10 ~ 19	≥ 20
c	0.7	0.9	1.0

5.5.2.2 当混凝土强度代表值为3~8个时,能同时满足式(5.5.2-5)、式(5.5.2-6)的要求,可判为合格,反之,则判为不合格。

$$f'_{cu,m} \geq f_{cu,k} + \sigma_0 \quad (5.5.2-5)$$

$$f'_{cu,min} \geq f_{cu,k} - 0.5\sigma_0 \quad (5.5.2-6)$$

式中 $f'_{cu,m}$ ——混凝土强度代表值的平均值(MPa),精确至0.1MPa;

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值(MPa),精确至0.1MPa;

σ_0 ——混凝土抗压强度标准差的平均水平的值(MPa),按表5.5.2-1选取;

$f'_{cu,min}$ ——混凝土强度代表值中的最小值(MPa),精确至0.1MPa。

6 混凝土耐久性检测

6.1 一般规定

- 6.1.1 混凝土耐久性检测宜包括抗水渗透性能、抗氯离子渗透性能、抗冻性能及混凝土表面硅烷浸渍质量、混凝土表面涂层质量等项目的检测。
- 6.1.2 钻芯机和锯切设备等应符合第 5.4.2 条的规定。
- 6.1.3 芯样钻取应符合第 5.4.3 条的规定。

6.2 抗水渗透性能检测

- 6.2.1 抗水渗透性能应通过在混凝土结构上钻取芯样试件采用逐级加压法进行测定。
- 6.2.2 抗渗等级相同且同一配合比的混凝土结构应划为一个检测批。跨年度施工时,至少应划分为两个检测批。
- 6.2.3 钻取芯样的方向与混凝土结构承受水压的方向应一致。
- 6.2.4 钻取芯样的直径宜为 150mm,且长度不宜少于 200mm。
- 6.2.5 芯样宜锯切成直径和高度均为 (150 ± 2) mm 的圆柱体试件。
- 6.2.6 放入抗渗试模中的试件应与抗渗试模同心,圆柱体试件与抗渗试模之间的缝隙应采用环氧树脂砂浆灌满捣实,并避免圆柱体端面上沾染环氧树脂砂浆。应在环氧树脂砂浆硬化后脱模,脱模后环氧树脂砂浆与圆柱体试件共同形成抗渗试件。每 6 个试件为一组,每批应至少制取一组芯样试件。
- 6.2.7 试件应浸没于 (20 ± 2) °C 水或饱和石灰水中养护至试验龄期。
- 6.2.8 抗渗试验应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270) 的有关规定。
- 6.2.9 抗渗等级的判定应符合下列规定。

6.2.9.1 同一检测批的每组试件抗渗试验结果均应参与评定,不得随意舍弃任一组数据。

6.2.9.2 各组试件的抗渗等级均应达到设计抗渗等级。

6.3 抗氯离子渗透性能检测

- 6.3.1 抗氯离子渗透性能宜采用电通量法或抗氯离子渗透性扩散系数电迁移试验方法测定混凝土结构上钻取芯样试件的抗氯离子渗透性能来判定。
- 6.3.2 当验证性检验时,应至少随机钻取 3 个芯样;当批检验时,对每个样本应至少钻取一组芯样试件,3 个芯样试件为一组;当单个样本检验时,应至少钻取 3 组芯样试件。

6.3.3 每个孔位钻取芯样直径宜为 100mm,且长度不宜小于 70mm,并宜加工成 1 个芯样试件。

6.3.4 芯样试件应采用直径为 (100 ± 1) mm、高度为 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件,试件端面应光滑平整。

6.3.5 芯样试件骨料最大粒径不宜大于 25mm。

6.3.6 芯样加工及处理应符合下列规定。

6.3.6.1 切取试件时,应垂直于芯样轴线从芯样原始混凝土表面切除 10mm,并将该切口面作为暴露于氯离子溶液的测试面,保留该表面,再垂直于芯样轴线将芯样切割成高度为 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件。

6.3.6.2 试件两端应采用水砂纸或细锉刀打磨光滑。

6.3.6.3 试件应浸没于 (20 ± 2) °C 水或饱和石灰水中养护至试验龄期。

6.3.7 试验前后应分别对芯样进行外观检查、破型检查,当发现以下情况之一时,该试件的检测数据无效:

- (1) 含有钢筋、钢纤维等良导体材料;
- (2) 含有裂缝、孔洞、蜂窝等缺陷。

6.3.8 测定抗氯离子渗透性能的试验方法应符合附录 H 的有关规定。

6.3.9 电通量法抗氯离子渗透性能的判定应符合下列规定。

6.3.9.1 批和单个样本检测时,电通量平均值应按式(6.3.9-1)进行计算,同时满足式(6.3.9-2)和式(6.3.9-3)时,可判为合格,反之,则判为不合格。

$$Q_m = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \quad (6.3.9-1)$$

$$Q_m \leq Q_s \quad (6.3.9-2)$$

$$Q_{\max} \leq 1.15Q_s \quad (6.3.9-3)$$

式中 Q_m ——电通量平均值(C),精确至 1C;

Q_i ——第 i 组电通量代表值(C),精确至 1C;

Q_s ——电通量设计值(C);

n ——试件组数(组);

Q_{\max} ——电通量代表值的最大值(C),精确至 1C。

6.3.9.2 验证性检测或芯样试件数量为 3~8 个时,电通量平均值应按式(6.3.9-4)进行计算,同时满足式(6.3.9-5)和式(6.3.9-6)时,可判为合格,反之,则判为不合格。

$$Q'_m = \frac{\sum_{j=1}^n Q_j}{n} \quad (6.3.9-4)$$

$$Q'_m \leq Q_s \quad (6.3.9-5)$$

$$Q'_{\max} \leq 1.15Q_s \quad (6.3.9-6)$$

式中 Q'_m ——电通量平均值(C),精确至 1C;

Q_j ——第 j 个电通量测定值(C),精确至 1C;

Q_s ——电通量设计值(C);

n ——试件个数(个);

Q'_{\max} ——电通量测定值的最大值(C),精确至1C。

6.3.10 扩散系数电迁移试验方法抗氯离子渗透性能的判定应符合下列规定。

6.3.10.1 批和单个样本检测时,氯离子扩散系数平均值应按式(6.3.10-1)进行计算,同时满足式(6.3.10-2)和式(6.3.10-3)时,判为合格,反之,则判为不合格。

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (6.3.10-1)$$

$$D_m \leq D_s \quad (6.3.10-2)$$

$$D_{\max} \leq 1.15D_s \quad (6.3.10-3)$$

式中 D_m ——氯离子扩散系数平均值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$),精确至 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$;

D_i ——第*i*组氯离子扩散系数代表值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$),精确 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$;

D_s ——设计氯离子扩散系数的最大值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$);

n ——氯离子扩散系数试验组数(组);

D_{\max} ——氯离子扩散系数代表值的最大值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$),精确至 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 。

6.3.10.2 验证性检测或芯样试件数量为3~8个时,氯离子扩散系数平均值应按式(6.3.10-4)进行计算,同时满足式(6.3.10-5)和式(6.3.10-6)时,判为合格,反之,则判为不合格。

$$D'_m = \frac{\sum_{j=1}^n D_j}{n} \quad (6.3.10-4)$$

$$D'_m \leq D_s \quad (6.3.10-5)$$

$$D'_{\max} \leq 1.15D_s \quad (6.3.10-6)$$

式中 D'_m ——氯离子扩散系数平均值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$),精确至 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$;

D_j ——第*j*个氯离子扩散系数测定值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$),精确 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$;

D_s ——设计氯离子扩散系数的最大值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$);

n ——试件个数(个);

D'_{\max} ——氯离子扩散系数测定值的最大值($\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$),精确至 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$ 。

6.4 抗冻性能检测

6.4.1 检测混凝土抗冻性能宜采用混凝土芯样试件冻融循环检测或硬化混凝土气泡间距系数检测,其检测结果可作为评定混凝土结构中混凝土抗冻等级或抗冻性能的依据。

6.4.2 抗冻等级相同且同一配合比的混凝土结构应划为一个检测批。跨年度施工时,应至少划分两个检测批。

6.4.3 混凝土冻融循环检测应符合下列规定。

6.4.3.1 检测应从混凝土结构中钻取芯样,制备冻融芯样试件,进行冻融试验,并应以

所经受的最大冻融循环次数评定混凝土抗冻等级。

6.4.3.2 在随机抽取的每个样本上应钻取至少 1 个直径为 100mm 且长度不少于 400mm 的芯样。

6.4.3.3 芯样应锯切成 $\phi 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ 的抗冻试件,应制取至少 3 组试件,每组试件应包含 3 个试件。

6.4.3.4 试件应浸没于 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 水或饱和石灰水中养护至试验龄期。

6.4.3.5 抗冻试验应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)的有关规定。

6.4.3.6 抗冻等级的判定应满足下列要求:

- (1) 同一检测批的每组试件抗冻试验结果均参与评定,不能舍弃任一组数据;
- (2) 当试件组数为 3 组时,至少有两组达到设计抗冻等级;当试件组数大于 3 组时,达到设计等级的组数不低于总组数的 75%;
- (3) 当设计抗冻等级不大于 F250 时,最低 1 组的抗冻等级最多比设计抗冻等级低 50 次循环;当设计抗冻等级不小于 F300 时,最低 1 组的抗冻等级最多比设计抗冻等级低 100 次循环。

6.4.4 气泡间距系数检测应符合下列规定。

6.4.4.1 检测应从混凝土结构中钻取芯样,制备气泡观测芯样试件,进行气泡观测试验,并应以气泡间距系数评定混凝土抗冻性。

6.4.4.2 在随机抽取的每个样本上垂直于浇筑面应钻取至少 1 个直径不宜小于 100mm 且长度不宜小于 60mm 的芯样。

6.4.4.3 芯样宜切取为 4 片,切片厚度宜为 $(10 \sim 15)\text{mm}$,切口面应作为观测面,每组试件应至少包含 3 个切片。

6.4.4.4 气泡间距系数观测试验应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)的有关规定。

6.4.4.5 抗冻性的判定应符合下列规定:

- (1) 当气泡间距系数有设计要求时,气泡间距系数平均值按式(6.4.4-1)计算,同时满足式(6.4.4-2)和式(6.4.4-3)时,抗冻性能判为定性合格,反之,则判为定性不合格;

$$L_m = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (6.4.4-1)$$

$$L_m \leq L_s \quad (6.4.4-2)$$

$$L_{\max} \leq L_s + 50 \quad (6.4.4-3)$$

- (2) 当气泡间距系数没有设计要求时,能同时满足式(6.4.4-4)和式(6.4.4-5),抗冻性能判为定性合格,反之,则判为定性不合格。

$$L_m \leq 300 \quad (6.4.4-4)$$

$$L_{\max} \leq 350 \quad (6.4.4-5)$$

式中 L_m ——气泡间距系数平均值(μm),精确至 $0.1\mu\text{m}$;

- L_i ——第 i 组气泡间距系数代表值(μm),精确至 $0.1\mu\text{m}$;
 L_s ——设计气泡间距系数的最大值(μm);
 n ——气泡间距系数试验组数(组);
 L_{\max} ——气泡间距系数代表值的最大值(μm),精确至 $0.1\mu\text{m}$ 。

6.5 表面硅烷浸渍质量检测

- 6.5.1** 混凝土表面硅烷浸渍质量宜以测定包含混凝土浸渍表面的芯样试件的吸水率、硅烷浸渍深度及氯化物吸收量降低效果来判定。
- 6.5.2** 芯样试件宜直接在混凝土结构上钻取,钻芯时应保护好芯样的混凝土表面,空白芯样应在喷涂硅烷前钻取,硅烷浸渍芯样应在最后一次硅烷喷涂完毕至少 7d 后钻取。
- 6.5.3** 每 1000m^2 浸渍面积宜为一个样本,在每个样本上随机抽取 9 个测点,每个测点钻取一个芯样。
- 6.5.4** 圆柱体试件应在芯样上包含硅烷浸渍表面一侧切取,并保留原浸渍表面。
- 6.5.5** 试件应按照吸水率、硅烷浸渍深度及氯化物吸收量降低效果的试验目的分为 3 组,每组应包含 3 个芯样。氯化物吸收量降低效果应取 3 个空白芯样作对比试件。
- 6.5.6** 芯样试件的吸水率、硅烷浸渍深度及氯化物吸收量降低效果试验应按附录 J 规定的方法进行。
- 6.5.7** 硅烷浸渍质量的要求应符合下列规定:
- (1) 吸水率不大于 $0.01\text{mm}/\text{min}^{1/2}$;
 - (2) 普通混凝土浸渍深度不小于 3mm ,高性能混凝土浸渍深度不小于 2mm ;
 - (3) 氯化物吸收量的降低效果不小于 90% 。
- 6.5.8** 单个样本硅烷浸渍质量的判定应符合下列规定。
- 6.5.8.1** 硅烷浸渍质量满足第 6.5.7 条的要求时,应判定硅烷浸渍质量为合格。
- 6.5.8.2** 吸水率、硅烷浸渍深度及氯化物吸收量降低效果中有任意一项不满足第 6.5.7 条的要求时,应判定硅烷浸渍质量不合格。

6.6 混凝土表面涂层质量检测

- 6.6.1** 混凝土表面涂层质量宜通过测定混凝土结构表面上涂层的干膜厚度和粘结力判定。
- 6.6.2** 检测应直接在有涂层的混凝土结构表面上进行。
- 6.6.3** 每 2000m^2 涂层表面宜为一个样本,每个样本应随机抽取三个测区,每个测区面积应为 50m^2 ,每个测区应包括 10 个干膜厚度测点和 3 个粘结力测点。
- 6.6.4** 涂层干膜厚度的测定应满足下列要求:
- (1) 采用量程 $(0 \sim 2000)\mu\text{m}$,精度 $\pm 2\mu\text{m}$ 的超声波涂层测厚仪或涂层显微镜式测厚仪;
 - (2) 读取每测点涂层厚度;
 - (3) 计算 10 个测点干膜厚度算术平均值。

6.6.5 涂层粘结力的试验应按附录 K 规定的方法进行。

6.6.6 粘结力试验结束后应及时对测点进行修补。

6.6.7 涂层质量的要求应符合下列规定。

6.6.7.1 满足设计干膜厚度的测点数量应不少于 80%，且最小干膜厚度不应小于设计干膜厚度的 80%。

6.6.7.2 干膜厚度平均值不应小于设计干膜厚度。

6.6.7.3 粘结力代表值应不小于 1.5MPa，最小粘结力应不小于 1.2MPa。

6.6.8 单个样本涂层质量的判定应符合下列规定。

6.6.8.1 当涂层质量同时满足第 6.6.7.1 款～第 6.6.7.3 款要求时，应判定涂层质量合格。

6.6.8.2 当涂层质量满足第 6.6.7.1 款和第 6.6.7.3 款要求，而涂层质量不满足第 6.6.7.2 款要求时，应初步判定涂层质量不合格。

6.6.8.3 当初步判定涂层质量不合格时，应在同一样本上进行第二次等量取样检测，再按下列要求判定涂层质量：

(1) 第二次检测的涂层质量不满足第 6.6.7.1 款或第 6.6.7.3 款要求时，判定涂层质量不合格；

(2) 第二次检测的涂层质量满足第 6.6.7.1 款和第 6.6.7.3 款要求时，计算两次检测的测点涂层厚度平均值，当平均值满足第 6.6.7.2 款要求时，判定涂层质量合格，否则判定不合格。

6.6.8.4 当涂层质量不满足第 6.6.7.1 款或第 6.6.7.3 款要求时，应判定涂层质量不合格。

7 混凝土中钢筋检测

7.1 保护层厚度检测

7.1.1 钢筋保护层厚度的检测可采用非破损或局部破损的方法。

7.1.2 钢筋保护层厚度检测宜采用电磁感应原理的测定仪或雷达探测原理的测定仪。

7.1.3 保护层测定仪应进行校准,其校准及维护方法应符合附录 L 的规定。测定仪校准时的检测误差应满足表 7.1.3 的要求。

表 7.1.3 仪器校准检测允许误差

保护层厚度 c_s (mm)	$c_s < 50$	$50 \leq c_s < 60$	$60 \leq c_s < 80$
误差 (mm)	± 1	± 2	± 3

7.1.4 检测面宜为混凝土表面,并应清洁、平整。

7.1.5 电磁感应原理的钢筋保护层测定仪检测方法应符合下列规定。

7.1.5.1 检测前调查资料除应符合第 3.2.2 条的规定外,尚应调查如下内容:

- (1) 混凝土是否采用带有铁磁性的原材料配制;
- (2) 被检测混凝土结构的钢筋品种、牌号、规格、设计钢筋保护层厚度、结构中是否有预留管道、金属预埋件等。

7.1.5.2 测区设置应符合下列规定:

- (1) 每个样本选取至少一个测区,每个测区至少包含 6 根钢筋;
- (2) 当对单个样本进行检测时,单个样本选取至少 3 个测区;
- (3) 桩、梁类构件对所抽取构件所有受力主筋进行检测;
- (4) 相同浇筑面上测区间距一般不小于 2m;
- (5) 选取测点时,避开多层、网格状钢筋交叉点及钢筋接头位置,避开混凝土中预埋设铁件、金属管等铁磁性物质,避开强交变电磁场以及周边较大金属结构;
- (6) 每根钢筋选取 2~3 个测点,见图 7.1.5。

7.1.5.3 检测应符合下列规定:

- (1) 检测前,对钢筋保护层厚度测定仪进行预热和调零;
- (2) 对被测钢筋进行初步定位,判断出箍筋、横筋和纵筋的位置,并在混凝土表面做好标记;

(3) 根据保护层厚度设计值,在保护层测定仪上预设保护层厚度测量范围;当钢筋直径已知时,在保护层测定仪上预设钢筋直径;当钢筋直径未知时,采用保护层测定仪默认的钢筋

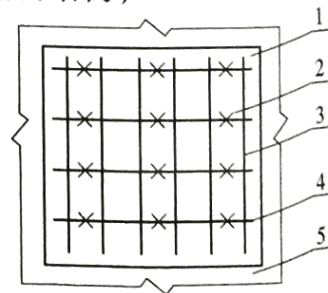


图 7.1.5 测区和测点示意图
1-测区;2-测点;3-箍筋;4-主筋;
5-混凝土表面

直径;

(4) 每测点测试两遍,每次读取保护层厚度测定仪显示的最小值;当设计保护层厚度值小于 50mm 时,两次重复测量允许偏差为 1mm;当设计保护层厚度值不小于 50mm 时,两次重复测量允许偏差为 2mm。

7.1.6 遇到下列情况之一时,宜对电磁感应原理的保护层测定仪的检测数据进行修正:

- (1) 设计保护层厚度值大于 60mm;
- (2) 钢筋直径未知;
- (3) 相邻钢筋过密,不满足钢筋最小净间距大于保护层厚度的条件;
- (4) 钢筋实际根数、位置与设计有较大偏差;
- (5) 采用具有铁磁性原材料配制混凝土;
- (6) 饰面层未清除;
- (7) 钢筋以及混凝土材质与校准试件有显著差异。

7.1.7 采用电磁感应原理的保护层测定仪时,检测结果的修正应符合下列规定。

7.1.7.1 修正时,应选取所测钢筋总数至少 30% 的钢筋且不少于 6 处修正保护层厚度,并以修正后的保护层厚度值进行合格判定。

7.1.7.2 钻孔或剔凿时不得损坏钢筋,应采用游标卡尺或钢尺进行实际保护层厚度的测量,并精确至 0.1mm。

7.1.7.3 总体修正量 Δ_{tot} 和修正的钢筋保护层厚度可分别按式(7.1.7-1)和式(7.1.7-2)计算。

$$\Delta_{\text{tot}} = c_{\text{cor},m} - c_{m,0} \quad (7.1.7-1)$$

$$c_{m,i} = c_{m,i0} + \Delta_{\text{tot}} \quad (7.1.7-2)$$

式中 Δ_{tot} ——总体修正量(mm),精确至 0.1mm;

$c_{\text{cor},m}$ ——用尺测得修正样本保护层厚度的平均值(mm),精确至 0.1mm;

$c_{m,0}$ ——检测得到的修正样本保护层厚度的平均值(mm),精确至 0.1mm;

$c_{m,i}$ ——修正后保护层厚度值(MPa),精确至 0.1mm;

$c_{m,i0}$ ——修正前保护层厚度值(MPa),精确至 0.1mm。

7.1.8 保护层厚度的合格点率计算应符合下列规定。

7.1.8.1 受力钢筋的保护层厚度允许偏差应符合表 7.1.8 的规定。

表 7.1.8 受力钢筋的保护层厚度允许偏差

构件种类	允许偏差(mm)
桩、梁、板、沉箱、方块、扶壁和圆筒等	-5 ~ +12
现浇闸墙、胸墙、坞墙和挡墙等	-5 ~ +15

7.1.8.2 保护层厚度合格点率应按式(7.1.8)计算。

$$h = \frac{n_h}{n} \times 100\% \quad (7.1.8)$$

式中 h ——保护层厚度合格点率;

n_h ——保护层厚度合格测点数;

n ——测点数。

7.1.9 保护层厚度的判定应符合下列规定。

7.1.9.1 当保护层厚度的负偏差大于第 7.1.8.1 款规定的受力钢筋保护层厚度允许负偏差的 1.5 倍时,保护层厚度应判为初步不合格。

7.1.9.2 当保护层厚度判为初步不合格时,宜对初步不合格点逐点剔凿检测。当有测点钢筋保护层厚度的负偏差仍大于第 7.1.8.1 款规定的受力钢筋保护层厚度允许负偏差的 1.5 倍时,保护层厚度应判为不合格。

7.1.9.3 当保护层厚度的负偏差不大于第 7.1.8.1 款规定的受力钢筋保护层厚度允许负偏差的 1.5 倍时,保护层厚度的判定应符合下列规定:

(1) 当保护层厚度合格点率不小于 80% 时,保护层厚度判为合格;

(2) 当保护层厚度合格点率小于 80% 但不小于 70% 时,抽取相等量的样本进行第二次检测,当第二次检测中出现且经剔凿检测后存在有测点钢筋保护层厚度的负偏差仍大于第 7.1.8.1 款规定的受力钢筋保护层厚度允许负偏差的 1.5 倍时,保护层厚度判为不合格;

(3) 在第二次检测中,钢筋保护层厚度的负偏差不大于第 7.1.8.1 款规定的受力钢筋保护层厚度允许负偏差的 1.5 倍时,按两次抽检总和计算的保护层厚度合格点率不小于 80% 时,保护层厚度判为合格,否则判为不合格。

7.2 钢筋锈蚀检测

7.2.1 钢筋锈蚀状况的检测可选择剔凿取样检测方法或半电池电位测定方法。

7.2.2 遇到下列情况之一时,宜进行钢筋锈蚀检测:

(1) 混凝土施工上步工序完工且间隔一年以上才施工下步工序;

(2) 混凝土结构中钢筋有可能发生锈蚀的迹象;

(3) 对现有混凝土结构中钢筋锈蚀状况有怀疑或需评估。

7.2.3 采用约定抽样的原则,样本容量和测区宜根据混凝土结构所处部位及其外观检查的结果确定,每种状况的样本容量不宜少于 3 个,每个样本的测区数量不宜少于 3 个。

7.2.4 剔凿取样法检测应符合下列规定。

7.2.4.1 每个测区应至少取两根钢筋,每根钢筋截取 1 根长度不宜小于 100mm 的钢筋试件。

7.2.4.2 截取钢筋试件的部位应及时补焊钢筋。

7.2.4.3 钢筋试件的剩余直径和失重率的测定应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)的有关规定。

7.2.4.4 钢筋剩余直径测量的部位与方法应符合相应钢筋产品标准的规定。

7.2.4.5 钢筋剩余直径和失重率的代表值应取每种状况钢筋试件的剩余直径和失重率的平均值。

7.2.5 半电池电位法检测应符合下列规定。

7.2.5.1 在测区上应布置测试网格,网格节点为测点,测点纵、横向间距宜为(100 ~

300)mm;当相邻两点的测量值之差超过 150mV 时,应适当缩小测点间距,测区面积不宜大于 5000mm×5000mm,其中的测点数不宜少于 30 个,测点与样本边缘的距离应大于 50mm。

7.2.5.2 检测前调查资料应符合第 3.2.2 条的规定,并应根据设计图纸和施工资料等准确判断需检查钢筋的连续性。

7.2.5.3 检测环境温度应大于 0℃,并应避免各种电磁场的干扰。

7.2.5.4 半电池电位法测试应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)的有关规定。

7.2.5.5 半电池电位法测试结果的表达应满足下列要求:

(1)按一定的比例绘出测区平面图,标出相应测点位置的钢筋锈蚀电位,得到数据阵列;

(2)绘出电位等值线图,通过数值相等各点或内插各等值点绘出等值线,等值线差值一般为 100mV。

7.2.5.6 区域发生钢筋锈蚀的概率可按表 7.2.5 判定。

表 7.2.5 区域发生钢筋锈蚀概率

半电池电位	负向大于 -350mV	(-350 ~ -200)mV	正向大于 -200mV
区域发生钢筋锈蚀概率	>90%	50%	<10%

7.2.5.7 半电池电位法测试结果应进行剔凿验证。

8 面层厚度检测

8.0.1 面层厚度应通过钻取垂直贯穿于混凝土面层的芯样或钻孔测定。

8.0.2 除验证性检测外,单个道路样本长度不宜大于 100m;单个堆场样本面积不宜大于 500m²。

8.0.3 每个样本应至少布置 3 个钻孔测点,且应均匀分布。

8.0.4 钻孔宜采用钻头直径为 50mm 以上的钻芯机。

8.0.5 面层厚度测定应符合下列规定:

(1) 取出芯样,找出芯样或孔壁面层与下层的分界面;

(2) 用钢板尺、游标卡尺或深度游标卡尺沿圆周对称的十字方向四处,量测芯样表面至下层界面的高度或孔壁表面边缘至下层界面的高度,按式(8.0.5)计算得到该测点混凝土面层厚度。

$$x_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 x_{i,j} \quad (8.0.5)$$

式中 x_i ——第 i 测点面层厚度(mm),精确至 0.5mm;

$x_{i,j}$ ——第 i 测点第 j 处面层厚度(mm),精确至 1mm。

8.0.6 面层厚度平均值和标准差应按式(8.0.6-1)和式(8.0.6-2)计算,面层厚度代表值应按式(8.0.6-3)计算。

$$x_m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (8.0.6-1)$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2} \quad (8.0.6-2)$$

$$x_L = x_m - \frac{t_\alpha}{\sqrt{n}} s_x \quad (8.0.6-3)$$

式中 x_m ——面层厚度平均值(mm),精确至 0.5mm;

x_i ——第 i 测点面层厚度(mm),精确至 0.5mm;

n ——测点数(个);

s_x ——面层厚度标准差(mm),精确至 0.05mm;

x_L ——面层厚度代表值(mm),精确至 0.5mm;

t_α —— t 分布表的系数, t_α/\sqrt{n} 可按附表 M 取值。

8.0.7 面层厚度代表值和最小面层厚度满足式(8.0.7-1)和式(8.0.7-2)的要求时,面层厚度可判为合格,反之,判为不合格。

$$x_L \geq x_s - |\Delta| \quad (8.0.7-1)$$

$$x_{\min} \geq x_s - |\Delta - 10| \quad (8.0.7-2)$$

式中 x_L ——面层厚度代表值(mm),精确至0.5mm;

x_s ——设计面层厚度(mm);

Δ ——面层厚度允许负偏差(mm),对道路、堆场 Δ 取 -5mm;

x_{\min} ——面层厚度最小值(mm),精确至0.5mm。



附录 A 超声波检测仪的率定和维护

A.1 一般规定

A.1.1 超声波检测仪应符合现行行业标准《水运工程 非金属声波检测仪》(JT/T 576) 的规定。

A.1.2 正常情况下,超声波检测仪校准周期宜为一年。

A.1.3 当出现下列情况之一时,应对超声波检测仪进行校准:

- (1) 新仪器启用前;
- (2) 检测数据异常,无法进行调整;
- (3) 经过维修或更换零配件;
- (4) 遭受严重撞击或其他损害。

A.1.4 操作人员应熟悉仪器使用说明书,掌握其操作方法。

A.1.5 每次工程检测前,应进行超声波检测仪的率定并测定声时值初读数。

A.2 率定

A.2.1 超声波检测仪的率定宜在室温为(15~25)℃,相对湿度不大于75%的条件下进行。

A.2.2 率定过程中应确保仪器电压稳定,周围应无影响正常工作的强烈电磁场干扰及机械振动。

A.2.3 率定前,应调节超声波检测仪的基线、首波控制线及屏幕幅度刻度,使波形显示区清晰和稳定。

A.2.4 平面换能器应与超声波检测仪连接,并悬挂于率定装置,将两个换能器的辐射面相互对准放置,见图 A.2.4。

A.2.5 轻拉上挂于定滑轮中的电缆线,两换能器的间距宜为 25mm、50mm、100mm、150mm...,读取相应声时值 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 ...,测试数据不应少于 5 个。两换能器间距的测量误差不应大于 $\pm 0.5\%$ 。同时应测量空气温度。

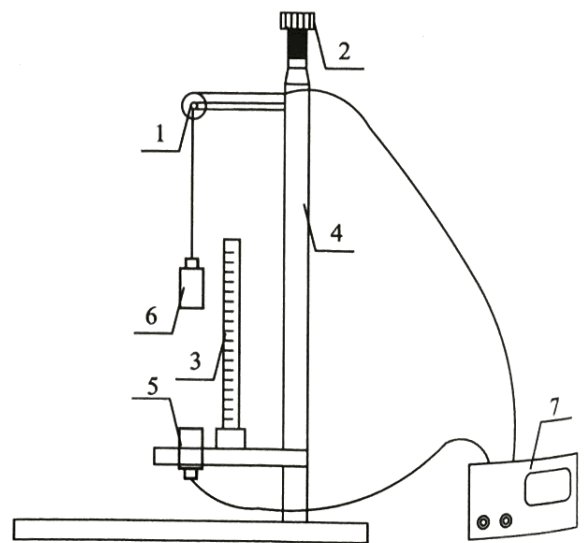


图 A.2.4 超声波检测仪率定装置

1-定滑轮;2-螺栓;3-刻度尺;4-支架;5-发射换能器;6-接收换能器;7-超声波检测仪

A.2.6 空气声速可采用下列方法求得：

(1) 以测距为纵坐标,以声时读数为横坐标,绘制声时值—测距坐标图,见图 A.2.6,坐标图中直线 AB 的斜率 $\Delta l/\Delta t$ 即为空气声速的推定值;

(2) 按式(A.2.6)求出回归直线方程,回归直线方程的回归系数 b 即为空气声速的推定值,精确至 0.01 km/s。

$$l_i = a + bt_i \quad (\text{A.2.6})$$

式中 l_i ——第 i 点测距(mm),精确至 1mm;

t_i ——第 i 点声时值(μs),精确至 0.1 μs ;

a 、 b ——回归系数。

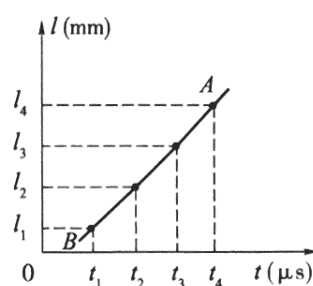


图 A.2.6 空气声速时—距图

A.2.7 空气声速标准值应按式(A.2.7)计算。

$$v_c = 331.4 \sqrt{1 + 0.00367T_k} \quad (\text{A.2.7})$$

式中 v_c ——空气声速标准值(km/s),精确至 0.01 km/s;

T_k ——室温($^{\circ}\text{C}$)。

A.2.8 空气声速推定值与空气声速标准值间的误差应按式(A.2.8)计算。

$$\xi_r = \frac{v_c - v_s}{v_c} \times 100\% \quad (\text{A.2.8})$$

式中 ξ_r ——空气声速推定值与空气声速标准值间的误差(km/s),精确至 0.01 km/s;

v_c ——空气声速标准值(km/s),精确至 0.01 km/s;

v_s ——空气声速推定值(km/s),精确至 0.01 km/s。

A.2.9 测试误差满足式(A.2.9)时可判为合格,反之则判为不合格。

$$\xi_r \leq \pm 0.5\% \quad (\text{A.2.9})$$

式中 ξ_r ——空气声速推定值与空气声速标准值间的误差(km/s),精确至 0.01 km/s。

A.3 声时值初读数的测定**A.3.1** 平面换能器声时值初读数的测定可选用下列方法之一：

(1) 将换能器直接耦合,读取声时值初读数,按式(A.3.1-1)计算声时值初读数。

$$t_0 = t_k + t \quad (\text{A.3.1-1})$$

式中 t_0 ——声时值初读数(μs),精确至 0.1 μs ;

t_k ——开机显示声时值初读数(μs),精确至 0.1 μs ;

t ——测试所得声时值(μs),精确至 0.1 μs 。

(2) 将换能器耦合于标准棒上,读取声时值,按式(A.3.1-2)计算声时值初读数。

$$t_0 = t_k + t - t' \quad (\text{A.3.1-2})$$

式中 t_0 ——声时值初读数(μs),精确至 0.1 μs ;

t_k ——开机显示声时值初读数(μs),精确至 0.1 μs ;

t ——测试所得声时值(μs),精确至 0.1 μs ;

t' ——标准棒的声时值(μs),精确至 0.1 μs 。

A.3.2 径向换能器声时值初读数应采用声时值—测距法测定。两个径向换能器应保持轴线平行,置于同一非金属水槽的饮用水中同一水平高度,先将两个换能器内边缘间距 l_1 调节在200mm的位置,再将两个换能器内边缘间距 l_2 调节在100mm的位置,分别读取相应声时值 t_1, t_2 。声时值初读数 t_0 应按式(A.3.2)计算。

$$t_0 = (l_1 t_2 - l_2 t_1) / (l_1 - l_2) \quad (\text{A.3.2})$$

式中 t_0 ——声时值初读数(μs),精确至0.1 μs ;

l_1, l_2 ——两个换能器内边缘间距(mm),精确至1mm;

t_1, t_2 ——测试所得声时值(μs),精确至0.1 μs 。

A.3.3 径向换能器在同一混凝土结构或构件的两个混凝土钻孔中对测时的声时值初读数 t'_0 应按式(A.3.3)计算。

$$t'_0 = t_0 + (d_1 - d) / v_w \quad (\text{A.3.3})$$

式中 t'_0 ——钻孔中测试的声时值初读数(μs),精确至0.1 μs ;

t_0 ——声时值初读数(μs),精确至0.1 μs ;

d_1 ——声测孔直径(mm),精确至1mm;

d ——径向换能器直径(mm),精确至1mm;

v_w ——水中超声波速度(km/s),可按表A.3.3取值。

表 A.3.3 水中超声波速度

水温度($^{\circ}\text{C}$)	5	10	15	20	25	30
水中超声波速度(km/s)	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49	1.50

A.3.4 径向换能器在预埋声测管中检测时的声时值初读数应按式(A.3.4)计算。

$$t''_0 = t_0 + (d_2 - d_1) / v_g + (d_1 - d) / v_w \quad (\text{A.3.4})$$

式中 t''_0 ——声测管中测试的声时值初读数(μs),精确至0.1 μs ;

t_0 ——声时值初读数(μs),精确至0.1 μs ;

d_2 ——声测管外径(mm),精确至1mm;

d_1 ——声测孔直径(mm),精确至1mm;

v_g ——预埋声测管所用材料的声速(km/s),用钢管时,取5.80;

d ——径向换能器直径(mm),精确至1mm;

v_w ——水中超声波速度(km/s),可按表A.3.3取值,精确至0.01km/s。

A.3.5 当采用一只平面换能器和一只径向换能器进行检测时,声时值初读数可取平面换能器声时值初读数和径向换能器声时值初读数之和的1/2。

A.4 维 护

A.4.1 发现仪器工作不正常时,应停止工作。

A.4.2 仪器不得在有强腐蚀性气体环境或强电磁干扰的环境下工作。

A.4.3 仪器使用完毕后,应清除传感器、导线上的油污、尘土,仪器各配件均应妥善放于仪器箱内,放于通风和干燥环境。每隔3个月宜通电2h。

A.4.4 仪器在使用及搬运过程中应防止冲击。

附录 B λ_1 、 λ_2 、 λ_3 值表 B.0.1 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 值

测点(对)	λ_1	λ_2	λ_3	测点(对)	λ_1	λ_2	λ_3
10	1.28	1.00	0.76	68	2.18	1.53	1.35
12	1.38	1.06	0.83	70	2.19	1.54	1.36
14	1.47	1.11	0.88	72	2.20	1.55	1.36
16	1.53	1.15	0.93	74	2.21	1.56	1.37
18	1.59	1.19	0.96	76	2.22	1.56	1.38
20	1.65	1.25	1.05	78	2.23	1.57	1.39
22	1.69	1.27	1.07	80	2.24	1.58	1.39
24	1.73	1.29	1.09	82	2.25	1.58	1.40
26	1.77	1.31	1.11	84	2.26	1.59	1.41
28	1.80	1.33	1.12	86	2.27	1.60	1.42
30	1.83	1.34	1.14	88	2.28	1.61	1.42
32	1.86	1.36	1.16	90	2.29	1.61	1.43
34	1.89	1.37	1.17	92	2.30	1.62	1.44
36	1.92	1.38	1.18	94	2.30	1.62	1.45
38	1.94	1.39	1.19	96	2.31	1.63	1.45
40	1.96	1.41	1.20	98	2.31	1.63	1.45
42	1.98	1.42	1.22	100	2.32	1.64	1.46
44	2.00	1.43	1.23	102	2.33	1.65	1.47
46	2.02	1.44	1.25	104	2.34	1.65	1.48
48	2.04	1.45	1.26	106	2.35	1.66	1.48
50	2.05	1.46	1.27	108	2.35	1.66	1.49
52	2.07	1.47	1.28	110	2.36	1.66	1.49
54	2.09	1.48	1.29	112	2.37	1.67	1.50
56	2.10	1.49	1.30	114	2.37	1.68	1.50
58	2.12	1.49	1.31	116	2.38	1.68	1.51
60	2.13	1.50	1.31	118	2.39	1.69	1.51
62	2.14	1.51	1.32	120	2.40	1.69	1.51
64	2.15	1.52	1.33	122	2.40	1.70	1.52
66	2.17	1.53	1.34	124	2.40	1.70	1.53

续表 B.0.1

测点(对)	λ_1	λ_2	λ_3	测点(对)	λ_1	λ_2	λ_3
126	2.41	1.70	1.53	164	2.50	1.76	1.60
128	2.42	1.70	1.53	166	2.51	1.76	1.60
130	2.42	1.71	1.54	168	2.51	1.77	1.60
132	2.43	1.71	1.54	170	2.52	1.77	1.61
134	2.43	1.71	1.55	172	2.52	1.77	1.61
136	2.43	1.72	1.55	174	2.53	1.78	1.61
138	2.44	1.72	1.55	176	2.53	1.78	1.61
140	2.45	1.73	1.56	178	2.53	1.78	1.62
142	2.45	1.73	1.56	180	2.53	1.78	1.62
144	2.46	1.73	1.56	182	2.54	1.78	1.62
146	2.47	1.73	1.57	184	2.55	1.79	1.62
148	2.47	1.74	1.57	186	2.55	1.79	1.63
150	2.48	1.75	1.58	188	2.55	1.79	1.63
152	2.48	1.74	1.58	190	2.55	1.79	1.63
154	2.48	1.75	1.58	192	2.56	1.80	1.64
156	2.49	1.75	1.58	194	2.56	1.80	1.64
158	2.49	1.75	1.59	196	2.57	1.80	1.64
160	2.50	1.76	1.59	198	2.57	1.81	1.64
162	2.50	1.76	1.59	200	2.57	1.81	1.64

附录 C 专用或区域测强曲线的制定方法

C.1 一般规定

C.1.1 专用测强曲线应采用混凝土结构或构件专用的原材料、成型和养护工艺制作混凝土试件,通过试验制定。

C.1.2 区域测强曲线应采用区域混凝土结构或构件常用的原材料和成型工艺制作混凝土试件,通过试验制定。

C.1.3 混凝土强度等级的配合比设计不宜少于 5 个,选择 3d、7d、14d、28d、60d 和 90d 及以上龄期,每一强度等级每个龄期制作不应少于 6 个 150mm 立方体试件。

C.1.4 试件成型 24h 后应移至与被测结构或构件相同的条件下养护。

C.1.5 使用专用或区域测强曲线时,被检测的混凝土应与制定该类测强曲线混凝土的条件相同,不得超过该类测强曲线的适用范围,并应每半年抽取一定数量的同条件试件进行校核,当存在显著差异时,不得继续使用,并应查找原因。

C.2 回弹测强曲线的建立

C.2.1 试件回弹值的测定应满足下列要求:

(1) 试件达到规定龄期时,取出并擦净表面;

(2) 将试件的两个浇筑侧面置于压力机的上下承压板之间,均匀加压至(60~100)kN;

(3) 保持压力下在试件的两个浇筑侧面上分别测定 8 个回弹值,测量按第 5.2.8 条的规定进行;

(4) 试件平均回弹值按第 5.2.10 条进行计算。

C.2.2 试件抗压强度试验应符合现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)的有关规定。

C.2.3 试件回弹值与抗压强度值的相关关系宜采用式(C.2.3-1)、式(C.2.3-2)或式(C.2.3-3)。

$$\text{直线型} \quad f_{cu}^c = a + bR_m \quad (\text{C.2.3-1})$$

$$\text{幂函数型} \quad f_{cu}^c = aR_m^b \quad (\text{C.2.3-2})$$

$$\text{指数函数型} \quad f_{cu}^c = ae^{bR_m} \quad (\text{C.2.3-3})$$

式中 f_{cu}^c ——试件抗压强度值(MPa),精确至 0.1MPa;

a 、 b ——系数;

R_m ——平均回弹值,精确至 0.1。

C.2.4 测强曲线的计算方法应符合下列规定。

C.2.4.1 一元线性回归可选择下列方法之一进行转化:

(1) 对直线型:令 $y = f_{cu}^c$; $a = a'$; $R_m = x$ 转化为: $y = a' + bx$;

(2) 对幂函数型:将 $f_{cu}^c = aR_m^b$ 等式两边取对数: $\log f_{cu}^c = \log a + b \log R_m$, 令 $\log f_{cu}^c = y$, $\log a = a'$, $\log R_m = x$, 转化为 $y = a' + bx$;

(3) 对指数函数型:将 $f_{cu}^c = ae^{bR_m}$ 等式两边取对数: $\ln f_{cu}^c = \ln a + bR_m$, 令 $\ln f_{cu}^c = y$, $\ln a = a'$, $R_m = x$, 转化为 $y = a' + bx$ 。

按 $y = a' + bx$ 进行一元线性回归计算,求得 a' 和 b 值。

C.2.4.2 一元线性回归关系式可采用下列与 C.2.4.1 相应关系式进行还原:

(1) 对直线型:令 $a = a'$, 复原得式(C.2.3-1);

(2) 对幂函数型:令 $a = \log^{-1} a'$, 复原得式(C.2.3-2);

(3) 对指数函数型:令 $a = \ln^{-1} a'$, 复原得式(C.2.3-3)。

C.3 超声—回弹测强曲线的建立

C.3.1 回弹值的测定应符合第 C.2.1 条的规定。

C.3.2 在试件的一对相对浇注侧面上布置 5 对声测点,声速平均值应取 5 对声测点的声速平均值。测点布置见图 C.3.2。

C.3.3 试件声速值、回弹值与抗压强度值的相关关系式宜采用式(C.3.3)。

$$f_{cu}^c = av_m^{b_1} R_m^{b_2} \quad (C.3.3)$$

式中 v_m ——试件声速平均值(km/s),精确至 0.01km/s;

a, b_1, b_2 ——系数。

C.3.4 测强曲线应按下列方法计算:

(1) 将 $f_{cu}^c = av_m^{b_1} R_m^{b_2}$ 等式两边取对数, $\log f_{cu}^c = \log a + b_1 \log v_m + b_2 \log R_m$, 令 $\log f_{cu}^c = y$, $\log a = b_0$, $\log v_m = x_1$, $\log R_m = x_2$, 转化为 $y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$;

(2) 进行二元线性回归计算,求得 b_0, b_1, b_2 值;

(3) 令 $a = \log^{-1} b_0$, 还原成原型相关关系式,复原得(C.3.3)。

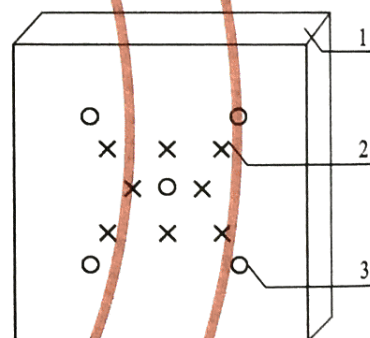


图 C.3.2 超声—回弹测点布置图
1-混凝土浇筑面;2-回弹测点;3-超声测点

C.4 相关关系式的误差分析和误差允许值

C.4.1 平均相对误差和相对标准差应分别按式(C.4.1-1)和式(C.4.1-2)计算。

$$\delta = \pm \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}} - 1 \right| \times 100\% \quad (C.4.1-1)$$

$$e_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{f_{cu,i}^c}{f_{cu,i}} - 1 \right)^2} \times 100\% \quad (C.4.1-2)$$

式中 δ ——回归关系式的强度平均相对误差,精确至 0.1%;

n ——制定测强曲线用的试件数;

$f_{cu,i}^c$ ——第 i 个试件按测强曲线相关关系式计算而得的抗压强度代表值(MPa),精确

至 0.1MPa;

$f_{cu,i}$ ——第 i 个试件的抗压强度值(MPa),精确至 0.1MPa;

e_r ——回归关系式的强度相对标准差,精确至 0.1%。

C.4.2 专用和区域测强曲线的误差应符合下列规定:

- (1) 专用测强曲线平均相对误差不大于 $\pm 12.0\%$, 相对标准误差不大于 14.0%;
- (2) 区域测强曲线平均相对误差不大于 $\pm 14.0\%$, 相对标准误差不大于 17.0%。



附录 D 回弹仪的率定和维护

D.1 一般规定

D.1.1 回弹仪应符合现行行业标准《回弹仪》(JJG 817)的规定。

D.1.2 在正常情况下,回弹仪检定周期宜为6个月。

D.1.3 当出现下列情况之一时,应对回弹仪进行检定:

- (1) 新回弹仪启用前;
- (2) 检测数据异常,无法进行调整;
- (3) 经过维修或更换零配件;
- (4) 遭受严重撞击或其他损害。

D.1.4 操作人员应熟悉仪器使用说明书,掌握其操作方法。

D.1.5 每次工程检测前后,应进行回弹仪的率定。

D.2 率定

D.2.1 率定宜在室温(5~35)℃的条件下进行。

D.2.2 率定时,钢砧应稳固地平放在刚度大的物体上。

D.2.3 回弹仪应垂直放于钢砧中,弹击杆端部球面应与砧芯接触。

D.2.4 回弹值应取连续垂直向下弹击三次的回弹平均值。

D.2.5 弹击时,弹击杆应分四次旋转,每次旋转宜为90°。每旋转一次的率定平均值应符合第5.2.3条的规定。

D.3 维护

D.3.1 当出现下列情况之一时,应对回弹仪进行维护:

- (1) 弹击次数超过2000次;
- (2) 对检测值有怀疑;
- (3) 在钢砧上的率定值不合格。

D.3.2 维护应符合下列规定:

- (1) 清洗冲击面;
- (2) 清理机壳内壁和外壳的尘垢;
- (3) 维护后按第D.2节的要求进行率定。

D.3.3 回弹仪不得在有强腐蚀性气体环境或强电磁干扰的环境下工作。

D.3.4 回弹仪使用完毕后应使弹击杆伸出机壳,清除弹击杆、杆前端球面以及刻度尺表面和外壳上的污垢、尘土。回弹仪不用时,应将弹击杆弹击,压入机壳内,按下按钮锁住机芯,将回弹仪装入仪器箱,平放于干燥阴凉处。

附录 E 回弹值修正值

E.0.1 非水平方向检测时的回弹值修正值见表 E.0.1。

表 E.0.1 非水平方向检测时的回弹值修正值

R_{ma}	检测角度							
	向上				向下			
	90°	60°	45°	30°	-30°	-45°	-60°	-90°
20	-6.0	-5.0	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
21	-5.9	-4.9	-4.0	-3.0	+2.5	+3.0	+3.5	+4.0
22	-5.8	-4.8	-3.9	-2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
23	-5.7	-4.7	-3.9	-2.9	+2.4	+2.9	+3.4	+3.9
24	-5.6	-4.6	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
25	-5.5	-4.5	-3.8	-2.8	+2.3	+2.8	+3.3	+3.8
26	-5.4	-4.4	-3.7	-2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
27	-5.3	-4.3	-3.7	-2.7	+2.2	+2.7	+3.2	+3.7
28	-5.2	-4.2	-3.6	-2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
29	-5.1	-4.1	-3.6	-2.6	+2.1	+2.6	+3.1	+3.6
30	-5.0	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
31	-4.9	-4.0	-3.5	-2.5	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
32	-4.8	-3.9	-3.4	-2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
33	-4.7	-3.9	-3.4	-2.4	+1.9	+2.4	+2.9	+3.4
34	-4.6	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
35	-4.5	-3.8	-3.3	-2.3	+1.8	+2.3	+2.8	+3.3
36	-4.4	-3.7	-3.2	-2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
37	-4.3	-3.7	-3.2	-2.2	+1.7	+2.2	+2.7	+3.2
38	-4.2	-3.6	-3.1	-2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
39	-4.1	-3.6	-3.1	-2.1	+1.6	+2.1	+2.6	+3.1
40	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
41	-4.0	-3.5	-3.0	-2.0	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
42	-3.9	-3.4	-2.9	-1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
43	-3.9	-3.4	-2.9	-1.9	+1.4	+1.9	+2.4	+2.9
44	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
45	-3.8	-3.3	-2.8	-1.8	+1.3	+1.8	+2.3	+2.8
46	-3.7	-3.2	-2.7	-1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
47	-3.7	-3.2	-2.7	-1.7	+1.2	+1.7	+2.2	+2.7
48	-3.6	-3.1	-2.6	-1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
49	-3.6	-3.1	-2.6	-1.6	+1.1	+1.6	+2.1	+2.6
50	-3.5	-3.0	-2.5	-1.5	+1.0	+1.5	+2.0	+2.5

注：① R_{ma} 表示非水平方向检测时的回弹代表值；

② R_{ma} 小于20或大于50时，分别按照20或50查表；

③表中未列入相应于 R_{ma} 的修正值 R_{ca} ，可用内插法求得，精确至0.1。

E.0.2 不同浇筑面的回弹值修正值见表 E.0.2。

表 E.0.2 不同浇筑面的回弹值修正值

R_m^i 或 R_m^b	R_a^i	R_a^b
20	+2.5	-3.0
21	+2.4	-2.9
22	+2.3	-2.8
23	+2.2	-2.7
24	+2.1	-2.6
25	+2.0	-2.5
26	+1.9	-2.4
27	+1.8	-2.3
28	+1.7	-2.2
29	+1.6	-2.1
30	+1.5	-2.0
31	+1.4	-1.9
32	+1.3	-1.8
33	+1.2	-1.7
34	+1.1	-1.6
35	+1.0	-1.5
36	+0.9	-1.4
37	+0.8	-1.3
38	+0.7	-1.2
39	+0.6	-1.1
40	+0.5	-1.0
41	+0.4	-0.9
42	+0.3	-0.8
43	+0.2	-0.7
44	+0.1	-0.6
45	0	-0.5
46	0	-0.4
47	0	-0.3
48	0	-0.2
49	0	-0.1
50	0	0

注：① R_m^i 表示水平方向检测混凝土结构浇筑表面时的回弹代表值， R_m^b 表示水平方向检测混凝土结构浇筑底面时的回弹代表值；

② R_m^i 或 R_m^b 小于 20 或大于 50 时，分别按照 20 或 50 查表；

③ R_a^i 即为混凝土浇筑表面的修正系数，是指一般原浆抹面的修正值；

④ R_a^b 即为有关混凝土浇筑底面的修正系数，是指构件底面与侧面采用同一类模板在正常浇筑情况下的修正值；

⑤表中未列入相应于 R_m^i 或 R_m^b 的 R_a^i 和 R_a^b ，可用内插法求得，精确至 0.1。

附录 F 钻芯机的操作和维护

F.1 操作

F.1.1 操作人员应熟悉机器操作说明书,掌握其操作要领及机器的构造。

F.1.2 仪器通电前应检查下列内容:

- (1) 电源电压;
- (2) 冷却水的水温。

F.1.3 接通电源后应检查下列内容:

- (1) 钻头摆动不大于 1.5mm;
- (2) 钻芯机主轴旋转方向;
- (3) 钻芯机主轴的径向跳动不超过 0.1mm。

F.1.4 钻头应选取所需直径并根据确定的主轴旋转方向安装。

F.1.5 膨胀螺栓孔穴应采用电动冲击锤在钻芯区域合适位置钻取,固定膨胀螺栓。

F.1.6 钻芯机应安放于膨胀螺栓上,并用螺母固定。

F.1.7 调整钻芯机的主轴线,应使旋转时的轴线与被钻芯样的混凝土表面相垂直。

F.1.8 接通电源及冷却水,手持进给手柄,应使钻头缓慢地与混凝土表面接触;当混凝土表面出现圆槽后,方可施加压力,钻取芯样试件。

F.1.9 钻芯时用于冷却钻头和排除混凝土碎屑的冷却水流量宜为(3~5)L/min。

F.1.10 钻取芯样应控制钻芯机的进钻速度。

F.1.11 芯样试件钻取完毕后,应缓慢地将手持进给手柄旋转,使钻头提出混凝土表面,并断电、断水,锁定钻头。

F.1.12 卸下固定钻机上的膨胀螺母,从膨胀螺栓上取下钻机,应轻放于地面。

F.1.13 钻取芯样过程中出现异常的处理方法应符合下列规定。

F.1.13.1 出现卡钻时,应关闭电源,并用扳手按钻头旋转方向转动至钻头能自由转动后,启动电机电源,继续钻取芯样试件。

F.1.13.2 发现电机输入电流增大,转速降低,排出的冷却水呈清水,含有银白色粉末等情况,应降低进给速度,待钢筋切割完毕后,恢复原来的进给速度。

F.1.13.3 应经常检查碳刷和换向器的磨损,保持碳刷与换向器具有良好的接触。

F.1.13.4 钻头钝化后,可用砂轮磨钻头端面。

F.2 维护

F.2.1 钻芯机的进给滑架,立方柱和齿条应经常保持洁净,减少磨损。

F.2.2 在水套外壳泄漏孔内,应经常加少许机油,减少橡胶油封对主轴的摩擦力。

F.2.3 钻芯机工作时,当发现冷却水从水套外壳的泄漏孔中溢出时,应更换水套外壳内的橡胶油封。

F.2.4 工作完毕后,钻芯机应放于干燥、清洁和无腐蚀性气体的环境中。

F.2.5 长期不用的钻芯机,使用前应作绝缘电阻检查。

附录 G 芯样混凝土抗压强度异常数据判别和处理

G.1 一般规定

G.1.1 本方法适用于对单组芯样混凝土抗压强度测试值组成的数据组中的异常数据进行判别和处理。

G.1.2 在采用钻芯法修正其他无损检测方法时,宜对单组混凝土抗压强度代表值组成的数据组中的异常数据进行判别和处理。

G.1.3 数据组中异常数据个数的上限不宜超过 2 个,当超过了 2 个时,对此数据组的代表性,应作慎重处理。

G.2 异常值检验

G.2.1 统计量应按式(G.2.1)计算。

$$t = \left| \frac{m_x - x_k}{s_x} \sqrt{\frac{n-1}{n}} \right| \quad (\text{G.2.1})$$

式中 t ——统计量;

m_x ——余下的 $n-1$ 个数据平均值;

x_k ——数据组中最大值或最小值;

s_x ——余下的 $n-1$ 个数据标准差;

n ——数据组中数据数量。

G.2.2 当计算统计量 t 大于临界值 t_α 时,可认为 x_k 系粗大误差构成的异常数据。

G.2.3 临界值 t_α 可按表 G.2.3 取值。

表 G.2.3 临界值 t_α

数据数量(个)	4	5	6	7	8	9
t_α	2.92	2.35	2.13	2.02	1.94	1.89

G.3 异常值处理

G.3.1 最大异常数据可直接剔除。

G.3.2 在有充分理由说明其异常原因时,可剔除最小异常数据。

G.3.3 当无充分理由说明其异常原因时,应在最小异常数据对应芯样邻近位置重新取样复测,根据复测结果,判断是否剔除。

附录 H 抗氯离子渗透性能试验

H.1 电通量法

H.1.1 本方法适用于测定以通过混凝土试件的电通量为指标确定混凝土抗氯离子渗透性能。

H.1.2 本方法不适用于掺有亚硝酸盐和钢纤维等良导电材料的混凝土。

H.1.3 试验装置、试剂和用具应符合下列规定。

H.1.3.1 试验装置应符合图 H.1.3-1 的要求。

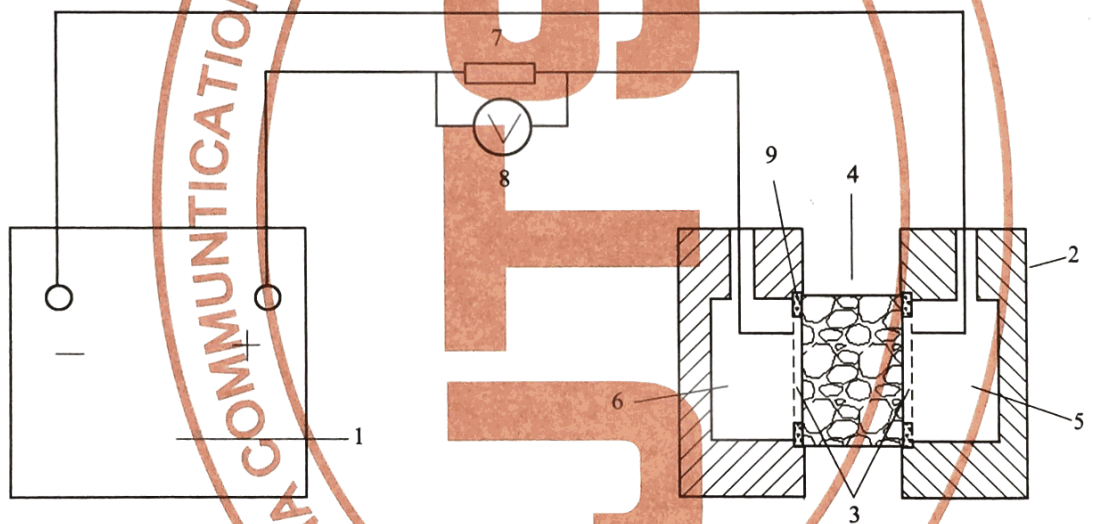


图 H.1.3-1 试验装置示意图

1-直流稳压电源;2-试验槽;3-铜电极;4-混凝土试件;5-3.0% NaCl 溶液;6-0.3mol/L NaOH 溶液;7-标准电阻;8-直流数字式电压表;9-试件垫圈

H.1.3.2 仪器设备和化学试剂应满足下列要求:

(1) 直流稳压电源的电压范围为(0~80)V,电流范围为(0~10)A,并能稳定输出60V 直流电压,精度为 $\pm 0.1\%$;

(2) 耐热塑料或耐热有机玻璃试验槽的边长为150mm,总厚度为51mm,见图 H.1.3-2;试验槽中心的两个槽的直径分别为89mm和112mm,两个槽的深度分别为41mm和6.4mm;在试验槽的一边开有直径为10mm的注液孔;

(3) 紫铜垫板宽度为 (12 ± 2) mm,厚度为 (0.50 ± 0.05) mm,铜网孔径为20目;

(4) 标准电阻精度为 $\pm 0.1\%$;直流数字电流表量程为(0~20)A,精度为 $\pm 0.1\%$;

(5) 真空泵能保持容器内的气压处于(1~5)kPa;

(6) 真空表或压力计的精度为 ± 665 Pa(5mmHg柱),量程为(0~13300)Pa(0~

100mmHg 柱)；

- (7) 真空容器的内径不小于 250mm,并能至少容纳 3 个试件；
- (8) 阴极溶液用化学纯试剂配制的质量浓度为 3.0% 的 NaCl 溶液；
- (9) 阳极溶液用化学纯试剂配制的摩尔浓度为 0.3mol/L 的 NaOH 溶液；
- (10) 密封材料采用硅胶或树脂等密封材料；
- (11) 硫化橡胶垫或硅橡胶垫的外径为 100mm、内径为 75mm 及厚度为 6mm；
- (12) 抽真空设备由烧杯、真空干燥器、真空泵、分液装置、真空表组合而成；
- (13) 温度计的量程为(0 ~ 120)℃,精度为 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ；
- (14) 电吹风的功率为(1000 ~ 2000)W。

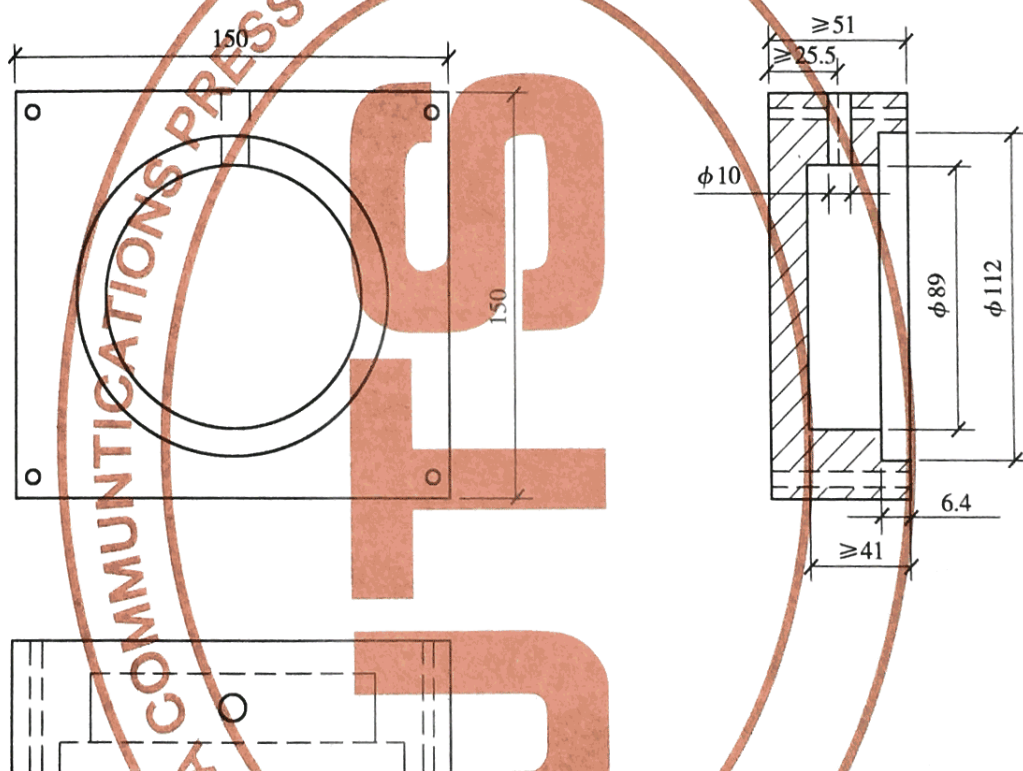


图 H.1.3-2 试验槽示意图(mm)

H.1.4 试验步骤应符合下列规定。

H.1.4.1 试验应采用直径 (100 ± 1) mm 及高度 (50 ± 2) mm 的圆柱体试件,试件加工应符合第 6.3.7 条的规定。

H.1.4.2 应先将养护到规定龄期的试件暴露于空气中至表面干燥,并应以硅胶或树脂密封材料涂刷试件圆柱表面或侧面,还应填补涂层中的孔洞。

H.1.4.3 试验前应将试件进行真空饱水,并应先将试件放入真空容器中,然后启动真空泵,并应在 5min 内将真空容器中的绝对压强减少至 $(1 \sim 5)$ kPa,应保持该真空度 3h,然后在真空泵仍然运转的情况下,注入足够的蒸馏水或者去离子水,直至浸没试件,应在试件浸没 1h 后恢复常压,并应继续浸泡 (18 ± 2) h。

H.1.4.4 在真空饱水结束后,应从水中取出试件,并应抹掉多余水分,且应保持试件所处环境的相对湿度在 95% 以上;应将试件安装于试验槽内,并应采用螺杆将两试验槽

和端面装有硫化橡胶垫的试件夹紧;试件安装好以后,应采用蒸馏水检查试件和试验槽之间的密封性能。

H.1.4.5 检查试件和试件槽之间的密封性后,应将质量浓度为 3.0% 的 NaCl 溶液和摩尔浓度为 0.3mol/L 的 NaOH 溶液分别注入试件两侧的试验槽中,注入 NaCl 溶液的试验槽内的铜网应连接电源负极,注入 NaOH 溶液的试验槽中的铜网应连接电源正极。

H.1.4.6 在正确连接电源线后,应在保持试验槽中充满溶液的情况下接通电源,并应对上述两铜网施加 (60 ± 0.1) V 直流恒电压,且应记录电流初始读数 I_0 ;开始阶段应每隔 5min 记录一次电流值,当电流值变化不大时,可每隔 10min 记录一次电流值;当电流变化很小时,应每隔 30min 记录一次电流值,直至通电 6h。

H.1.4.7 当采用自动采集数据的测试装置时,记录电流的时间间隔可设定为 $(5 \sim 10)$ min;电流测量值应精确至 ± 0.5 mA。试验过程中宜同时监测试验槽中溶液的温度。

H.1.4.8 试验结束后,应及时排出试验溶液,并应用凉开水和洗涤剂冲洗试验槽 60s 以上,然后应用蒸馏水洗净并用电吹风冷风档吹干。

H.1.4.9 试验应在 $(20 \sim 25)$ °C 的室内进行。

H.1.5 试验结果计算及处理应符合下列规定。

H.1.5.1 试验过程中或试验结束后,应绘制电流与时间的关系图。应通过将各点数据以光滑曲线连接起来,对曲线作面积积分,或按梯形法进行面积积分,得到试验 6h 通过的电通量。

H.1.5.2 每个试件的总库仑电通量可采用式(H.1.5-1)计算。

$$Q_x = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + 2I_t \dots + 2I_{300} + 2I_{330} + I_{360}) \quad (\text{H.1.5-1})$$

式中 Q_x ——通过试件的总库仑电通量(C),精确至 1C;

I_0 ——初始电流(A),精确至 0.001A;

I_t ——在 t 时间的电流(A),精确至 0.001A。

H.1.5.3 计算得到的通过试件的总电通量应换算成直径为 95mm 试件的电通量值,可按式(H.1.5-2)换算。

$$Q = Q_x \times (95/x)^2 \quad (\text{H.1.5-2})$$

式中 Q ——通过直径为 95mm 的试件的电通量(C),精确至 1C;

Q_x ——通过直径为 x mm 的试件的电通量(C),精确至 1C;

x ——试件的实际直径(mm),精确至 0.1mm。

H.1.5.4 每组应取三个试件电通量的算术平均值作为该组试件的电通量代表值。当电通量值的最大值或最小值之一,与中值之差,超过平均值的 15% 时,取中间值作为该组试件的电通量代表值。当电通量值的最大值或最小值与中值之差,都超过平均值的 15% 时,该组数据无效。

H.2 混凝土抗氯离子渗透性能扩散系数电迁移试验方法

H.2.1 本方法适用于测定以氯离子在混凝土中非稳态迁移的扩散系数为指标确定混凝土抗氯离子渗透性能。

H.2.2 试验所用试剂、仪器设备、溶液和指示剂应符合下列规定。**H.2.2.1 试剂应符合下列规定：**

- (1) 溶剂采用蒸馏水或去离子水；
- (2) 氢氧化钠为化学纯；
- (3) 氯化钠为化学纯；
- (4) 硝酸银为化学纯；
- (5) 氢氧化钙为化学纯。

H.2.2.2 仪器设备应符合下列规定：

- (1) 真空容器至少能够容纳 3 个试件；
- (2) 真空泵能保持容器内的气压处于(1~5)kPa；
- (3) 真空表或压力计的精度为 $\pm 665\text{Pa}$ (5mmHg 柱), 量程为(0~13300) Pa (0~100mmHg 柱)；

(4) 试验装置见图 H.2.2-1；试验装置各部件见图 H.2.2-2、图 H.2.2-3、和图 H.2.2-4；采用的有机硅橡胶套的内径和外径分别为 100mm 和 115mm, 长度为 150mm；夹具采用不锈钢环箍, 其直径范围为(105~115) mm、宽度为 20mm；阴极试验槽采用尺寸为 370mm × 270mm × 280mm 的塑料箱；阴极板采用厚度为(0.5 ± 0.1) mm、直径不小于 100mm 的不锈钢板；阳极板采用厚度为 0.5mm、直径为(98 ± 1) mm 的不锈钢网或带孔的不锈钢板；支架由硬塑料板制成, 处于试件和阴极板之间的支架头高度为(15~20) mm；

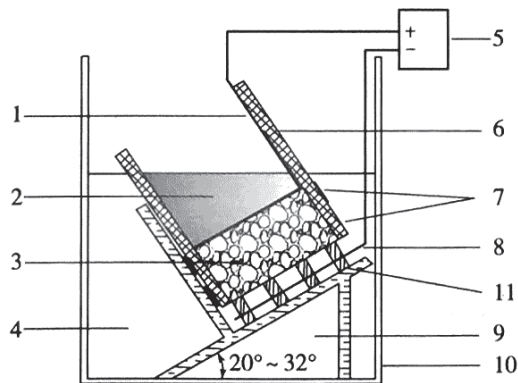


图 H.2.2-1 试验装置示意图

1-阳极板;2-阳极溶液;3-试件;4-阴极溶液;5-直流稳压电源;6-有机硅橡胶套;7-环箍;8-阴极板;9-支架;10-阴极试验槽;11-支撑头

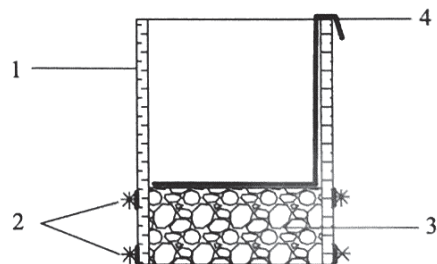


图 H.2.2-2 橡胶套筒、不锈钢管卡、试件和阳极

1-橡胶套筒;2-不锈钢管卡;3-试件;4-阳极(不锈钢网)

- (5) 电源稳定提供(0~60)V 的可调直流电, 精度为 $\pm 0.1\text{V}$, 电流为(0~10) A；
- (6) 电表的精度为 $\pm 0.1\text{mA}$ ；
- (7) 温度计或热电偶的精度为 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ；
- (8) 喷雾器适合喷洒硝酸银溶液；
- (9) 游标卡尺的精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ ；
- (10) 尺子的最小刻度为 1mm；

- (11) 水砂纸的规格为(200 ~ 600)号;
- (12) 细锉刀为备用工具;
- (13) 扭矩扳手的扭矩范围为(20 ~ 100)N · m,测量允许误差为 ±5% ;

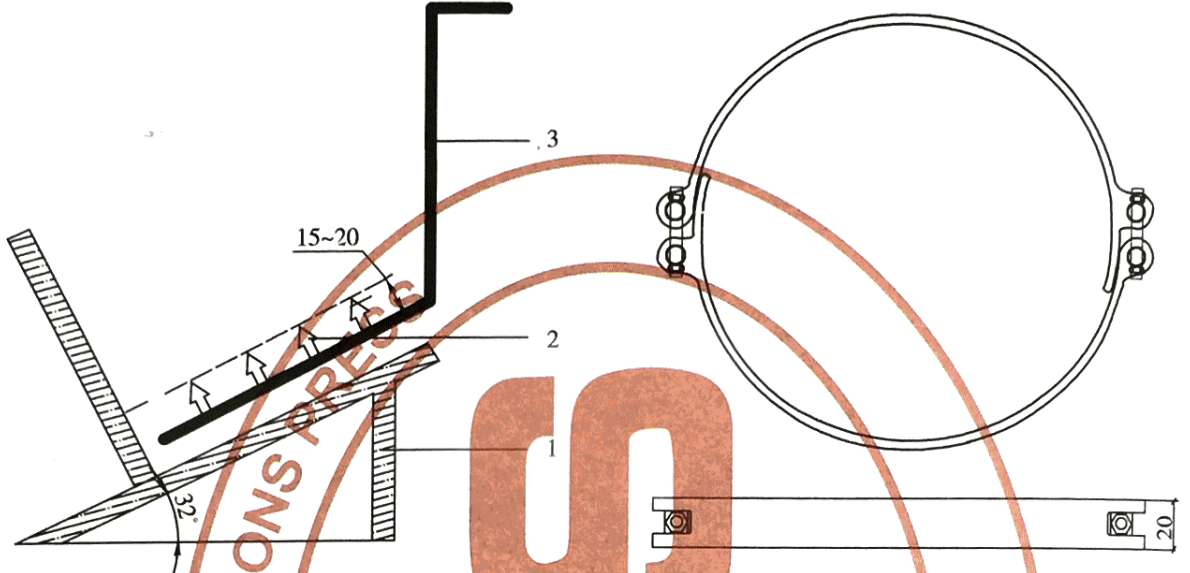


图 H.2.2-3 有机玻璃支架和阴极(mm)

图 H.2.2-4 不锈钢管卡(mm)

1-有机玻璃支架;2-阴极架;3-阴极(不锈钢板)

- (14) 电吹风的功率为(1000 ~ 2000)W;
- (15) 黄铜刷为备用工具;
- (16) 抽真空设备由体积在 1000ml 以上的烧杯、真空干燥器、真空泵、分液装置、真空表组合而成。

H.2.2.3 溶液和指示剂应符合下列规定:

- (1) 阴极溶液为 10% 质量浓度的 NaCl 溶液,阳极溶液为 0.3mol/L 摩尔浓度的 NaOH 溶液;溶液至少提前 24h 配制,并密封保存在温度为(20 ~ 25)℃的环境中;
- (2) 显色指示剂为 0.1mol/L 浓度的 AgNO₃ 溶液。

H.2.3 试验所处的试验室温度应控制在(20 ~ 25)℃。

H.2.4 试验装置的安装应符合下列规定。

H.2.4.1 试验应采用直径(100 ± 2)mm 及高度(50 ± 2)mm 的圆柱体试件,试件加工应符合第 6.3.6 条的规定。

H.2.4.2 达到试验龄期的试件应从养护池中取出来,并将表面的碎屑刷洗干净,擦干试件表面多余的水分。

H.2.4.3 试件的直径和高度应采用游标卡尺测量,并精确到 0.1mm。

H.2.4.4 试件应在饱和面干状态下置于真空容器中进行真空处理。应在 5min 内将真空容器中的气压减少至(1 ~ 5)kPa,并保持该真空度 3h,然后应在真空泵仍然运转的情况下,将用蒸馏水配制的饱和氢氧化钙溶液注入容器,溶液高度应保证将试件浸没。应在试件浸没 1h 后恢复常压,并应继续浸泡(18 ± 2)h。

H.2.4.5 试件安装在试验装置前应采用电吹风冷风档吹干,表面应干净、无油污、灰

砂和水珠。

H.2.4.6 试验装置的试验槽在试验前应用室温凉开水冲洗干净。

H.2.4.7 试件和试验装置准备好以后,应将试件装入橡胶套内的底部,见图 H.2.2-1,应在与试件齐高的橡胶套外侧安装两个不锈钢环箍,见图 H.2.2-4,每个箍高度应为 20mm,并应拧紧环箍上的螺丝至扭矩 $(30 \pm 2) \text{ N} \cdot \text{m}$,使试件的圆柱侧面处于密封状态。当试件的圆柱曲面可能有造成液体渗漏的缺陷时,应以密封剂保持其密封性。

H.2.4.8 装有试件的橡胶套应安装到试验槽中,并安装好阳极板。然后在橡胶套中应注入约 300mL 浓度为 0.3mol/L 的 NaOH 溶液,并使阳极板和试件表面均浸没于溶液中。应在阴极试验槽中注入 12L 质量浓度为 10% 的 NaCl 溶液,并应使其液面与橡胶套中的 NaOH 溶液的液面齐平。

H.2.4.9 试件安装完成后,应将电源的阳极(又称正极)用导线连至橡胶筒中阳极板,并将阴极(又称负极)用导线连至试验槽中的阴极板。

H.2.5 电迁移试验步骤应符合下列规定。

H.2.5.1 首先应打开电源,将电压调整到 $(30 \pm 0.2) \text{ V}$,并应记录通过每个试件的初始电流。

H.2.5.2 后续试验应施加的电压(表 H.2.5 第二列)应根据施加 30V 电压时测量得到的初始电流值所处的范围(表 H.2.5 第一列)决定。应根据实际施加的电压,记录新的初始电流。应按照新的初始电流值所处的范围(表 H.2.5 第三列),确定试验应持续的时间(表 H.2.5 第四列)。

表 H.2.5 初始电流、电压与试验时间的关系

初始电流 I_{30V} (用 30V 电压) (mA)	施加的电压 U (调整后) (V)	可能的新初始电流 I_0 (mA)	试验持续时间 t (h)
$I_0 < 5$	60	$I_0 < 10$	96
$5 \leq I_0 < 10$	60	$10 \leq I_0 < 20$	48
$10 \leq I_0 < 15$	60	$20 \leq I_0 < 30$	24
$15 \leq I_0 < 20$	50	$25 \leq I_0 < 35$	24
$20 \leq I_0 < 30$	40	$25 \leq I_0 < 40$	24
$30 \leq I_0 < 40$	35	$35 \leq I_0 < 50$	24
$40 \leq I_0 < 60$	30	$40 \leq I_0 < 60$	24
$60 \leq I_0 < 90$	25	$50 \leq I_0 < 75$	24
$90 \leq I_0 < 120$	20	$60 \leq I_0 < 80$	24
$120 \leq I_0 < 180$	15	$60 \leq I_0 < 90$	24
$180 \leq I_0 < 360$	10	$60 \leq I_0 < 120$	24
$I_0 \geq 360$	10	$I_0 \geq 120$	6

H.2.5.3 应按照温度计或者电热偶的显示读数记录每一个试件的阳极溶液的初始温度。

H.2.5.4 试验结束时,应测定阳极溶液的最终温度和最终电流。

H.2.5.5 试验结束后应及时排除试验溶液。应用黄铜刷清除试验槽的结垢或沉淀

物,并应用饮用水和洗涤剂将试验槽和橡胶套冲洗干净,然后应用电吹风的冷风档吹干。

H.2.6 氯离子渗透深度测定应按下列步骤进行。

H.2.6.1 试验结束后,应及时断开电源。

H.2.6.2 断开电源后,应将试件从橡胶套中取出,并应立即用自来水将试件表面冲洗干净,然后应擦去试件表面多余水分。

H.2.6.3 试件表面冲洗干净后,应在压力试验机上沿轴向劈成两个半圆柱体,并应在劈开的试件表面立即喷涂浓度为 0.1mol/L 的 $AgNO_3$ 溶液显色指示剂。

H.2.6.4 指示剂喷洒约 15min 后,应沿试件直径断面将其分成 10 等份,并应用防水笔描出渗透轮廓线。

H.2.6.5 然后应根据观察到的明显的颜色变化,测量显色分界线(图 H.2.6)离试件底面的距离,精确至 0.1mm。

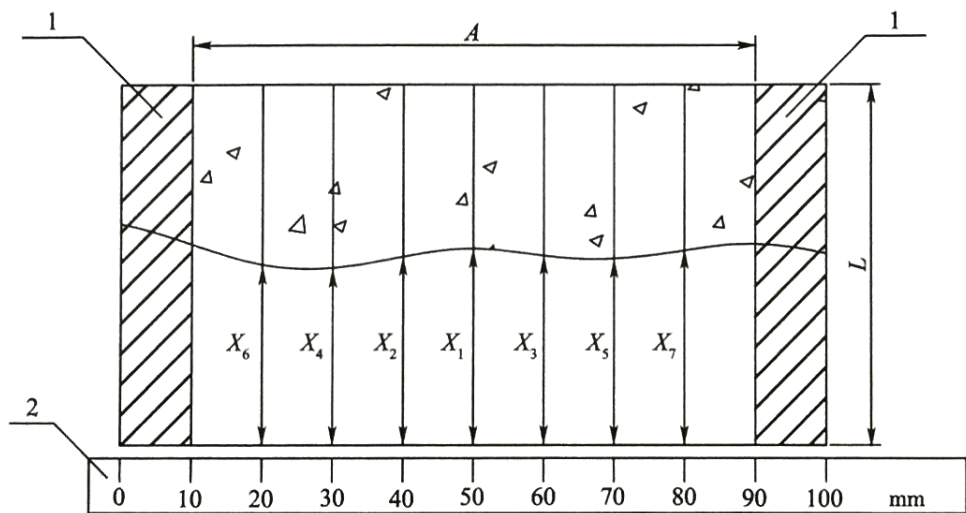


图 H.2.6 显色分界线位置编号

1-试件边缘部分;2-尺子;A-测量范围;L-试件高度

H.2.6.6 当某一测点被骨料阻挡,可将此测点位置移动到最近未被骨料阻挡的位置进行测量,当某测点数据不能得到,只要总测点数多于 5 个,可忽略此测点。

H.2.6.7 当某测点位置有一个明显的缺陷,使该点测量值远大于各测点的平均值,可忽略此测点数据,但应将这种情况在试验记录和报告中注明;渗透深度记录表如表 H.2.6 所示。

表 H.2.6 渗透深度记录表

试件编号	试件直径 (mm)	试件厚度 (mm)	试验电压 (V)	试验时间 (h)	溶液温度 (°C)	氯离子渗透深度 (mm)							
						测点值						平均值 X_d	
						1	2	3	4	5	6		7

H.2.7 试验结果计算及处理应符合下列规定。

H.2.7.1 混凝土的非稳态氯离子扩散系数应按下式进行计算。

$$D = \frac{0.0239(273 + T)L}{(U - 2)t} \left(X_d - 0.0238 \sqrt{\frac{(273 + T)LX_d}{U - 2}} \right) \quad (\text{H.2.7})$$

式中 D ——混凝土的氯离子扩散系数,精确至 $0.1 \times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s}$;

T ——阳极溶液的初始温度和结束温度的平均值($^{\circ}\text{C}$);

L ——试件厚度(mm),精确至 0.1mm;

U ——所用电压的绝对值(V);

t ——试验持续时间(h);

X_d ——氯离子渗透深度的平均值(mm),精确至 0.1mm。

H.2.7.2 每组应以 3 个试样的氯离子扩散系数的算术平均值作为该组试件的氯离子扩散系数代表值。当最大值或最小值之一中间值之差超过平均值的 15% 时,取中间值作为代表值;当最大值和最小值与中间值之差均超过平均值的 15% 时,该组数据无效。

附录 J 硅烷浸渍质量试验

J.1 吸水率试验

J.1.1 试验仪器设备和化学试剂应满足下列要求:

- (1) 烘箱,温度控制在 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- (2) 试验槽,满足放置试件盛水容器;
- (3) 玻璃棒,直径 $(5 \sim 7)\text{mm}$;
- (4) 天平,最大量程 3000g ,精度 0.01g ;
- (5) 试件密封材料,无溶剂环氧涂料或其他;
- (6) 符合标准的饮用水。

J.1.2 吸水率试验应按下列步骤进行:

- (1) 钻取芯样并加工成直径为 $(50 \pm 5)\text{mm}$ 、高度不低于 100mm 的芯样试件;
- (2) 除了硅烷浸渍表面外,其余各面均涂以无溶剂环氧涂料等密封材料进行密封,硅烷浸渍表面小于 2mm 的试样周边涂以无溶剂环氧涂料等密封材料进行密封;
- (3) 密封材料固化后将试件置于 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干 48h ,取出试件冷却至室温后立即称重;
- (4) 在适当的容器底部,放置多根直径 $(5 \sim 7)\text{mm}$ 的玻璃棒,将这些芯样原表面朝下放在这些玻璃棒上,注入 23°C 的水,使试件硅烷浸渍表面浸入水中 $(1 \sim 2)\text{mm}$,试件累计浸入水中经过 $5、10、30、60、120、240\text{min}$ 时,分别取出,用湿布抹去试样表面明水后称重,每次称重后立即将试件放回试验槽中浸水。

J.1.3 吸水率计算应满足下列要求:

- (1) 将试件经过 $5、10、30、60、120、240\text{min}$ 时吸水质量分别换算为吸水高度;
- (2) 以试件吸水高度为纵坐标,对应经过时间的平方根为横坐标,绘制两者的线性关系图;
- (3) 硅烷浸渍吸水率以直线的斜率表达,单位以 $\text{mm}/\text{min}^{1/2}$ 表示。

J.1.4 试验结果的评定应满足下列要求:

- (1) 取同组3个试件吸水率的算术平均值;
- (2) 同组3个试件吸水率的最大值或最小值之一,与中间值之差有一个超过平均值的 20% 时,取中间值;
- (3) 同组3个试件的吸水率最大值和最小值,与中间值之差均超过平均值的 20% 时,该组数据无效。

J.2 硅烷浸渍深度试验

J.2.1 染料指示法试验应符合下列规定。

J.2.1.1 试验仪器设备和化学试剂应满足下列要求：

- (1) 烘箱,温度控制在 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- (2) 游标卡尺,精度 0.1mm;
- (3) 水基短效染料,1% 亚甲基等。

J.2.1.2 试验应按下列步骤进行：

- (1) 钻取芯样并加工成直径为 (50 ± 5) mm、高度不低于 45mm 的芯样试件,保持硅烷浸渍的混凝土表面完整;
- (2) 芯样试件置于 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干 48h;
- (3) 将芯样沿直径方向劈开,在新劈开表面上喷涂水基短效染料,放置 15min;
- (4) 用游标卡尺测量不吸收染料区域的硅烷浸渍深度;
- (5) 根据试样测试面的长度均匀选择测点,测点不少于 5 个,计算试件测试点数据的算术平均值作为该试件硅烷浸渍深度测试值。

J.2.1.3 试验结果的评定应满足下列要求：

- (1) 取同组 3 个试件硅烷浸渍深度测试值的算术平均值;
- (2) 同组 3 个试件硅烷浸渍深度测试值的最大值或最小值之一,与中间值之差有一个超过平均值的 20% 时,取中间值;
- (3) 同组 3 个试件的硅烷浸渍深度测试值最大值和最小值,与中间值之差均超过平均值的 20% 时,该组数据无效。

J.2.2 热分解气相色谱法试验应符合下列规定。

J.2.2.1 试验仪器设备和化学试剂应满足下列要求：

- (1) 混凝土粉样分层研磨和收集专用设备;
- (2) 烘箱,温度控制在 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- (3) 气相色谱仪;
- (4) 热裂解仪;
- (5) 天平,精确至 0.01mg;
- (6) 游标卡尺,精度 0.1mm。

J.2.2.2 试验应按下列步骤进行：

- (1) 钻取并加工成直径 (100 ± 5) mm、高度不低于 45mm 的试件,保持硅烷浸渍的混凝土表面完整;
- (2) 在混凝土粉样分层研磨机上,按照与试件硅烷浸渍面平行的方向分层磨取混凝土粉样;
- (3) 混凝土分层取样不少于 5 层,分层厚度为 1.0mm,用游标卡尺测量控制取样分层深度;
- (4) 磨粉范围第 1 层在试件中心至试件边缘 5mm 以内的区域,并随着磨粉深度逐渐

加大,从中心起逐层减小磨粉范围;

(5) 每一层的干燥样品质量不少于 5g,并密封包装编号;

(6) 将粉样置于 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘至恒重,取出冷却至室温后,称重;

(7) 放入热裂解仪热分解为等离子气体,从设备直接读取或称重测试粉样热分解后损失质量;

(8) 将热分解后的气体送入气相色谱仪测试,记录色谱图;对色谱图中的色谱峰面积积分,以面积归一化法计算硅烷含量;

(9) 计算硅烷占粉样的质量百分率;粉样中计算得到的硅烷质量百分率不少于 0.1% 时的最大分层深度为该试样的硅烷浸渍深度。

J.2.2.3 试验结果的评定应以同组 3 个试件硅烷浸渍深度值中最小值作为该组硅烷浸渍深度代表值。

J.3 氯化物吸收量的降低效果试验

J.3.1 试验仪器设备和化学试剂应满足下列要求:

- (1) 混凝土粉样分层研磨和收集专用设备;
- (2) 天平,精确至 0.01mg;
- (3) 游标卡尺,精度 0.1mm;
- (4) 烘箱,温度控制在 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- (5) 试验槽,满足放置试件的盛水容器;
- (6) 玻璃棒,直径 $(5 \sim 7)\text{mm}$;
- (7) 温度计或可读式电偶,精度 $\pm 0.2^\circ\text{C}$;
- (8) 试件密封材料,无溶剂环氧涂料或其他;
- (9) 分析纯试剂配制的 5mol/L 氯化钠溶液。

J.3.2 试验应按下列步骤进行:

(1) 钻取芯样并加工成直径为 $(100 \pm 5)\text{mm}$ 、高度不低于 45mm 的芯样试件,保持硅烷浸渍的混凝土表面和对比基准试件的混凝土原表面完整;

(2) 除了硅烷浸渍表面和对比基准试件混凝土原表面外,其余各面均涂以无溶剂环氧涂料等密封材料进行密封,硅烷浸渍表面以及对比基准试件混凝土原表面小于 5mm 的试件周边涂以无溶剂环氧涂料等密封材料进行密封;

(3) 在试验槽底部,放置数根直径 $(5 \sim 7)\text{mm}$ 的玻璃棒,将试件的硅烷浸渍表面朝下水平放在玻璃棒上;

(4) 注入 23°C 的 5mol/L 氯化钠溶液,保持液面高度在试件上 10mm,浸泡 24h;

(5) 取出试件擦干,置于 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干 48h;

(6) 使用混凝土粉样分层研磨机,从试件浸泡表面开始分层研磨,弃去 $(0 \sim 2)\text{mm}$ 深度切片;之后在试样的新切面上,磨取深度为 $(2 \sim 10)\text{mm}$ 和 $(10 \sim 20)\text{mm}$ 的混凝土粉样,磨粉范围在试件中心至试件边缘 5mm 以内的区域;

(7) 每层混凝土粉样的质量不少于 15g,并密封包装编号;

(8)按现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)中混凝土酸溶性氯化物含量测定法测定粉样的氯化物含量。

J.3.3 氯化物吸收量的降低效果可按下式计算。

$$\Delta CU = \frac{CU - CU_1}{CU - C_0} \times 100\% \quad (\text{J.3.3})$$

式中 ΔCU ——混凝土表面硅烷浸渍氯化物吸收量的降低效果(%)；

CU ——浸泡氯化钠溶液后的比对基准试件中的氯离子总含量；

CU_1 ——浸泡氯化钠溶液后混凝土表面硅烷浸渍试件中的氯离子总含量；

C_0 ——浸泡氯化钠溶液前比对基准试件中的氯离子含量。

J.3.4 试验结果的评定应满足下列要求：

(1)取同组 3 个试件氯化物吸收量的降低效果的算术平均值；

(2)同组 3 个试件氯化物吸收量的降低效果的最大值或最小值之一,与中间值之差有一个超过平均值的 20% 时,取中间值；

(3)同组 3 个试件氯化物吸收量的降低效果的最大值和最小值,与中间值之差均超过平均值的 20% 时,该组数据无效。

附录 K 涂层粘结力试验

K.0.1 涂层粘结力宜采用量程(0~20)MPa,精度 $\pm 1\%$ 的涂层拉拔式附着力测定仪测定。

K.0.2 检测应按以下步骤进行:

- (1) 每个样本随机抽取三个测区,每个测区包括3个粘结力测点;
- (2) 每测点面积约为 $30\text{mm} \times 30\text{mm}$,用零号细砂纸将每一点的涂层面轻轻打磨粗糙,并用丙酮或酒精等溶剂除油;同时,也对粘结力测试仪的铝合金铆钉头型圆盘座作同样打磨、除油处理;
- (3) 用快固高强胶粘剂将圆盘座粘贴在涂层上,并用适当方式固定;
- (4) 快固高强胶粘剂硬化后,用套筒式割刀将圆盘座周边涂层切除,深度达到混凝土基层,使其与周边外围的涂层完全分离;
- (5) 用涂层拉拔式附着力测定仪拔出测点上的圆盘座,记录每个测点读数;
- (6) 测试每点涂层干膜厚度值。

K.0.3 试验结果应按下列方法评定:

- (1) 圆盘座底面有75%及以上的面积附着涂层或混凝土,则测点数据有效;
- (2) 底面只有75%以下的面积粘有涂层或混凝土等物体,且拉力小于1.5MPa时,在该测点的附近涂层面上重做粘结力试验;
- (3) 计算9个测点的算术平均值代表涂层的粘结力。

附录 L 保护层测定仪的率定和维护

L.1 一般规定

- L.1.1 本附录适用于电磁感应原理的保护层测定仪。
- L.1.2 正常情况下,保护层测定仪校准周期宜为一年。
- L.1.3 当出现下列情况之一时,应对保护层测定仪进行校准:
- (1) 新仪器启用前;
 - (2) 检测数据异常,无法进行调整;
 - (3) 经过维修或更换主要零配件;
 - (4) 遭受严重撞击或其他损害。
- L.1.4 操作人员应熟悉仪器使用说明书,掌握其操作方法。
- L.1.5 每次工程检测前,应进行保护层测定仪的率定。

L.2 率定试件的制作

- L.2.1 率定用试件应选择混凝土或塑料等材料制作。当采用混凝土材料时,混凝土龄期不应小于 28d。
- L.2.2 率定试件长度不宜小于 400mm。
- L.2.3 率定用试件应预埋一根一定直径的无锈蚀、无弯曲、无变形、无损伤的钢筋。钢筋埋置时两端应露出试件,外露长度不宜小于 50mm。试件表面应平整,钢筋轴线平行于试件表面,从试件四个侧面测量钢筋的埋置深度不宜相同,并且钢筋两外露端面至试件同一表面的垂直距离之差不应大于 0.5mm。
- L.2.4 钢筋埋置深度宜为(10~100)mm,试件尺寸见图 L.2.4。
- L.2.5 两外露钢筋在各测试面上的实际保护层厚度值应采用游标卡尺测量,取其平均值,精确至 0.1mm。
- L.2.6 每类率定试件至少制作 1 件,内置钢筋的规格宜符合下列规定:

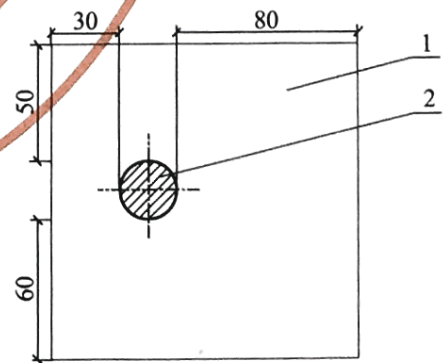


图 L.2.4 率定用试件尺寸示意图(mm)

1-钢筋;2-率定试件

- (1) 公称直径 8mm 或 10mm 的 HPB235 光圆钢筋;
- (2) 公称直径 14mm 或 16mm 的 HRB335 热轧带肋钢筋;
- (3) 公称直径 22mm 或 25mm 的 HRB335 热轧带肋钢筋;
- (4) 当有条件时,可以增加制作埋置其他直径钢筋的率定试件。

L.3 率 定

L.3.1 率定过程中应确保仪器电压稳定,周围应无影响正常工作的电磁场干扰及机械振动。

L.3.2 每个试件的每一钢筋的保护层厚度应测量3次,记录测量结果。测量结果应满足下列要求。

L.3.2.1 对埋置钢筋的同一保护层厚度,3次测量的最大值与最小值的偏差不应大于1mm。

L.3.2.2 三次测量的平均值与对应的实际钢筋保护层厚度的允许偏差应符合表7.1.3的规定。

L.4 维 护

L.4.1 仪器工作不正常时,应停止工作。

L.4.2 仪器不得在有强腐蚀性气体环境或强电磁干扰的环境下工作。

L.4.3 仪器使用完毕后应及时清理,保持仪器清洁。

L.4.4 仪器使用及搬运过程中,不得有强烈振动和冲击。

附录 M t_{α}/\sqrt{n} 值表 M.0.1 t_{α}/\sqrt{n} 值

n \ 保证率	95%	n \ 保证率	95%	n \ 保证率	95%	n \ 保证率	95%
3	1.686	12	0.518	21	0.376	30	0.310
4	1.177	13	0.494	22	0.367	40	0.266
5	0.953	14	0.473	23	0.358	50	0.237
6	0.823	15	0.455	24	0.350	60	0.216
7	0.734	16	0.438	25	0.342	70	0.199
8	0.670	17	0.423	26	0.335	80	0.186
9	0.620	18	0.410	27	0.328	90	0.175
10	0.580	19	0.398	28	0.322	100	0.166
11	0.546	20	0.387	29	0.316	>100	$\frac{1.6449}{\sqrt{n}}$

表 N.0.2 回弹法检测试验记录

工程名称		检测日期	
结构类型		天气情况	
检测依据		测试环境 温度 ℃; 湿度 %	
仪器设备编号		是否泵送 是 否	
		龄期	
		碳化值 (mm)	
		碳化平均值 (mm)	
		强度值 (MPa)	
		角度测试面修正计算	
		R_m	
		标准差	
		最小强度值	
		强度平均值	
		计算结果 (MPa)	
		侧面、表面、底面、风干、潮湿、光洁、粗糙	
		水平 向上 向下	
		强度推定值	
测区	序号	回弹值 R_i	
	1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
测试状态			
测试角度			
备注			

检测:

校核:

表 N.0.4 钻芯法检测混凝土抗压强度试验记录

工程名称		取样日期											
结构类型		天气情况											
检测依据		温度 °C; 湿度 %											
检测日期		芯样加工											
仪器设备编号		养护条件											
构件 编号	施工 日期	取芯 方向	芯样 编号	芯样 部位	取 样 长 度 (mm)	芯 样 直 径 (mm)	芯 样 高 度 (mm)	垂 直 度 (度)	不 平 整 度 (mm)	破 坏 荷 载 (kN)	设计强度等级		芯 样 强 度 代 表 值 (MPa)
											承 压 面 积 (mm ²)	抗 压 强 度 (MPa)	
			芯样外观状态										
			芯样外观状态										
			芯样外观状态										
			芯样外观状态										
			芯样外观状态										
备注													

检测:

校核:

附录 P 本规程用词说明

为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度的用词说明如下:

- (1) 表示很严格,非这样做不可的,正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- (2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的,正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- (3) 表示允许稍有选择,在条件允许时首先应这样做的,正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- (4) 表示允许选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。



引用标准名录

1. 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》(GB 8170)
2. 《正态样本异常值的判断和处理》(GB 4883)
3. 《水运工程质量检验标准》(JTS 257)
4. 《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270)
5. 《水运工程 非金属声波检测仪》(JT/T 576)
6. 《回弹仪》(JJG 817)



附加说明

本规程主编单位、参编单位、主要起草人、 主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主编单位:中交天津港湾工程研究院有限公司

参编单位:中交第一航务工程局有限公司

中交武汉港湾工程设计研究院有限公司

中交上海港湾工程设计研究院有限公司

中交四航工程研究院有限公司

天津港建设工程质量安全监督站

南京水利科学研究院

天津大学

主要起草人:李俊毅(中交天津港湾工程研究院有限公司)

(以下按姓氏笔画为序)

刘亚平(中交第一航务工程局有限公司)

李志国(天津大学)

李晓明(中交天津港湾工程研究院有限公司)

张国志(中交武汉港湾工程设计研究院有限公司)

陈浩宇(中交天津港湾工程研究院有限公司)

范卫国(南京水利科学研究院)

栗凤进(天津港建设工程质量安全监督站)

翁友法(中交上海港湾工程设计研究院有限公司)

熊建波(中交四航工程研究院有限公司)

主要审查人:李悟洲

(以下按姓氏笔画为序)

王世明、王胜年、仇伯强、刘进生、苏宁、李双全、吴翔、

徐元锡

总校人员:胡明、李德春、吴敦龙、李树奇、叶国良、李俊毅、翁友法、

陈浩宇、李晓明、刘天韵、董方

管理组人员:李俊毅(中交天津港湾工程研究院有限公司)

叶国良(中交天津港湾工程研究院有限公司)

李晓明(中交天津港湾工程研究院有限公司)

陈浩宇(中交天津港湾工程研究院有限公司)

曹永华(中交天津港湾工程研究院有限公司)

中华人民共和国行业标准

水运工程混凝土结构实体检测技术规程

JTS 239—2015

条文说明

目 次

3 基本规定	(87)
3.2 检测工作程序和内容	(87)
3.3 抽样原则	(87)
4 混凝土缺陷的检测	(88)
4.1 一般规定	(88)
4.2 均匀性检测	(88)
4.3 空洞、不密实区检测	(88)
4.4 裂缝检测	(89)
4.5 表面损伤层厚度检测	(89)
4.7 灌注桩混凝土缺陷检测	(89)
4.8 钢管混凝土缺陷检测	(89)
4.9 地连墙混凝土缺陷检测	(89)
5 混凝土强度检测	(90)
5.2 回弹法检测	(90)
5.3 超声一回弹综合法检测	(90)
5.4 钻芯法检测	(90)
5.5 混凝土强度推定	(90)
6 混凝土耐久性检测	(91)
6.2 抗水渗透性能检测	(91)
6.3 抗氯离子渗透性能检测	(91)
6.4 抗冻性能检测	(91)
6.5 表面硅烷浸渍质量检测	(91)
7 混凝土中钢筋检测	(92)
7.1 保护层厚度检测	(92)
7.2 钢筋锈蚀检测	(92)
8 面层厚度检测	(93)

3 基本规定

3.2 检测工作程序和内容

3.2.9 水运工程混凝土结构现场实体检测可能对结构造成破损,检测工作结束后,采用高于原结构设计强度等级的材料及时修补受损部位,避免因检测破损影响混凝土结构的安全性和耐久性。

3.3 抽样原则

3.3.1 在现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257—2008)中附录 D 对实体验证性检测项目规定的基础上增加了混凝土抗冻融劣化性能项目规定。北方地区的水运工程混凝土抗冻融劣化性能是个重要指标,列为混凝土实体验证性检测的必检项目。

3.3.2 对抽样原则进行了规定,其目的是要保证抽样检测结果具有代表性。实际检测时可以根据具体情况和其他相关标准规范确定样本容量,例如现行行业标准《港口水工建筑物检测与评估技术规范》(JTJ 302—2006)及现行行业标准《水运工程水工建筑物原型观测技术规范》(JTJ 218—2005)等。本条参考了现行国家标准《建筑结构检测技术标准》(GB/T 50344—2004)及《混凝土结构现场检测技术标准》(GB/T 50784—2013)的有关规定。

4 混凝土缺陷的检测

4.1 一般规定

4.1.11 在实际检测中,加前置放大器后,超过 5m 距离所测超声波数值漂移较大,不稳定,因此本条规定超声波测距不宜超过 5m。

4.2 均匀性检测

4.2.1 本节增加了斜测的内容,适用范围更广。

4.3 空洞、不密实区检测

4.3.7 空洞尺寸估算原理图如图 4.1 所示。设检测距离为 l , 空洞中心(在另一对测试面上声时最长的测点位置)距离为 l_h , 声波在空洞附近无缺陷混凝土中传播的试件平均值为 t_m , 绕空洞传播的时间(空洞处的最大声时)为 t_h , 空洞半径为 r , 设 $X = (t_h - t_m)/t_m \times 100\%$; $Y = l_h/l$; $Z = r/l$ 。根据 X 、 Y 值, 可由表 4.1 查得空洞半径 r 与测距 l 的比值 Z , 再计算空洞的大致半径 r 。

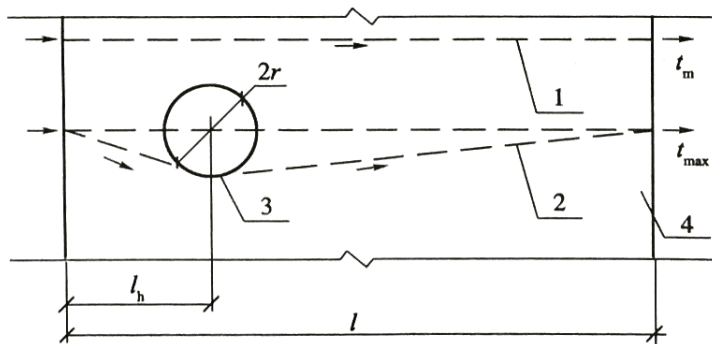


图 4.1 空洞尺寸估算原理图

1-超声波在混凝土中传播路径;2-超声波经过空洞时最远传播路径;3-空洞;4-混凝土

当被测部位只有一对可供测试的表面时,只能按式(4.3.7)估算空洞半径。实践证明,由公式计算所得空洞尺寸比查表所得空洞尺寸略大一些。

表 4.1 空洞半径

X Y	Z	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30
	0.10(0.90)		1.42	3.77	6.26									
0.15(0.85)		1.00	2.56	4.06	5.97	8.39								

续表 4.1

X Y	Z													
	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	
0.20(0.80)	0.78	2.02	3.18	4.62	6.36	8.44	10.9	13.9						
0.25(0.75)	0.67	1.72	2.69	3.90	5.34	7.03	8.98	11.2	13.8	16.8				
0.30(0.70)	0.60	1.53	2.40	3.46	4.73	6.21	7.91	9.38	12.0	14.4	17.1	20.1	23.6	
0.35(0.65)	0.55	1.41	2.21	3.19	4.35	5.70	7.25	9.00	10.9	13.1	15.5	18.1	21.0	
0.40(0.60)	0.52	1.34	2.09	3.02	4.12	5.39	6.84	8.48	10.3	12.3	14.5	16.9	19.6	
0.45(0.55)	0.50	1.30	2.03	2.92	3.99	5.22	6.62	8.20	9.95	11.9	14.0	16.3	18.8	
0.50	0.50	1.28	2.00	2.89	3.94	5.16	6.55	8.11	9.84	11.8	13.3	16.1	18.6	

4.4 裂缝检测

4.4.2 裂缝宽度是验算混凝土结构安全性的依据,目前国内外市场出现了裂缝宽度测定仪,提高了测试精度。

4.4.3 先将不跨缝测试的混凝土声速 v_p 计算出来,再计算求得裂缝深度,提高测试结果的准确性。

本条参考了现行协会标准《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS 21—2000)的有关规定。

4.5 表面损伤层厚度检测

4.5.3 混凝土表面损伤层检测,一般是将换能器放在同一测试面上进行单面平测,这种测试方法超声波接收信号较弱,换能器频率越高,接收信号越弱。因此,为保证信号具有一定幅值,读数准确,宜选用频率较低的平面换能器。

4.7 灌注桩混凝土缺陷检测

4.7.9 本条参考了现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106—2014)的有关规定。

4.8 钢管混凝土缺陷检测

4.8.3 由于超声波在钢材中的声速远快于混凝土声速,如果钢管尺寸过小,声波很可能完全沿钢管传播,就不能反映钢管内混凝土的质量情况。

4.9 地连墙混凝土缺陷检测

4.9.2 地连墙一般属隐蔽工程,目前采用施工时预埋声测管的方式对墙体质量进行检测的需求加大,所以推荐采用预埋声测管方法。

4.9.3 地连墙槽段长度一般在(4~8)m不等,因此可以根据实际情况在所选取槽段上均匀埋置声测管。

5 混凝土强度检测

5.2 回弹法检测

5.2.2 ~ 5.2.3 本条参考了现行行业标准《高强混凝土强度检测技术规程》(JGJ/T 294—2013)的有关规定。

5.2.11 本条仅规定标称能量为 2.207J 混凝土回弹仪计算混凝土强度代表值公式。如需采用标称能量为 4.5J 混凝土回弹仪时,需建立专用测强曲线或地区测强曲线计算。

5.3 超声—回弹综合法检测

5.3.3 本条参考了现行协会标准《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02—2005)的有关规定。

5.3.4 本条仅规定标称能量为 2.207J 混凝土回弹仪计算混凝土强度代表值公式。如需采用标称能量为 4.5J 混凝土回弹仪时,需建立专用测强曲线或地区测强曲线计算。

5.4 钻芯法检测

5.4.4 由于随着芯样加工仪器精度的提高,芯样加工水平也大幅提升,现在的钻取和切割设备已完全能制作高径比为 1:1 的芯样试件,因此一般不再需要制作其他高径比的芯样,将直径 100mm 且高径比 1:1 的芯样试件定为标准芯样试件。

随着混凝土端面磨平机的广泛使用,芯样表面的磨平已不再成为难题。

5.5 混凝土强度推定

5.5.1 第 5.5.1.1 条和第 5.5.1.2 条参考了现行协会标准《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS 02—2005)的有关规定。

6 混凝土耐久性检测

6.2 抗水渗透性能检测

6.2.2 本条参考了现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202—2011)的有关规定。

6.2.5 现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270—98)规定抗渗试件尺寸为上口径175mm,下口径185mm和高度为150mm的圆台体。因此对钻取加工成直径为150mm、高度为150mm的芯样试件进行处理,将试件放于抗渗试模中,采用环氧砂浆将抗渗试模其他部分填补密实的方法将抗渗试件制作完成,可以满足抗渗试验的要求。

6.3 抗氯离子渗透性能检测

6.3.6 由于混凝土结构实体混凝土表层抗氯离子渗透性能对结构耐久性影响最为关键,因此仅取表层混凝土。

6.4 抗冻性能检测

6.4.2~6.4.3 参考了现行行业标准《水运工程混凝土施工规范》(JTS 202—2011)的有关规定。

6.4.4 本条参考了现行行业标准《铁路混凝土工程施工质量验收标准》(TB 10424—2010)的有关规定。

6.5 表面硅烷浸渍质量检测

6.5.7 为保证混凝土耐久性能,目前水运工程混凝土配合比设计有采用掺加一定量优质掺合料和降低水胶比等措施的趋势,以提高了混凝土的密实性。硅烷浸渍深度与混凝土密实程度紧密相关,仅从强度等级来判断混凝土密实程度已不合理。本规程按照普通混凝土和高性能混凝土对硅烷浸渍深度的要求进行了规定。

7 混凝土中钢筋检测

7.1 保护层厚度检测

钢筋保护层厚度的检测方法有三种。一是剔凿法,也是微破损检测方法;二是电磁感应原理的钢筋保护层厚度测定仪测试方法,属于非破损检测方法;三是雷达法,属于非破损检测方法。电磁感应原理保护层测定仪应用最为广泛,因此本规程对电磁感应原理保护层测定仪检测方法进行了详细规定。

本节参考了现行行业标准《水运工程质量检验标准》(JTS 257—2008)的有关规定。

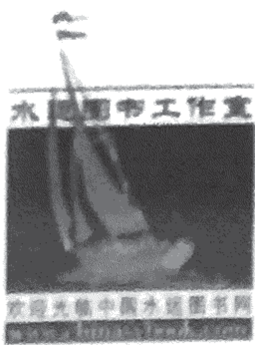
7.2 钢筋锈蚀检测

7.2.3 由于钢筋锈蚀状况不具备批量检验的条件,所以在对使用环境和结构现状进行调查并分类的基础上,按约定抽样原则进行检测。

7.2.5 本条参考了现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》(JTJ 270—98)的有关规定。

8 面层厚度检测

8.0.6 本条参考了现行行业标准《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2004)的有关规定。



统一书号：15114·2110

定 价：60.00元

网上购书 / www.chinasybook.com